

Beatriz Isidoro Rebello

Análise do nível de maturidade digital na gestão e
operação do transporte coletivo municipal no Brasil, a
partir de indicadores da MUNIC 2024 (IBGE)

Ouro Preto

2026

Beatriz Isidoro Rebello

Análise do nível de maturidade digital na gestão e
operação do transporte coletivo municipal no Brasil, a
partir de indicadores da MUNIC 2024 (IBGE)

Monografia apresentada ao curso de
Engenharia Urbana da Universidade
Federal de Ouro Preto como requisito
parcial para obtenção do título de
Engenheira Urbanista.

Orientadora: Dra. Bárbara Abreu Matos

Co-orientador: Dr. Christiano Ottoni

Ouro Preto
2026

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

R291a Rebello, Beatriz Isidoro.

Análise do nível de maturidade digital na gestão e operação do transporte coletivo municipal no Brasil, a partir de indicadores daMUNIC 2024 (IBGE). [manuscrito] / Beatriz Isidoro Rebello. - 2026.
76 f.: il.: tab., mapa.

Orientadora: Profa. Dra. Bárbara Abreu Matos.

Coorientador: Prof. Dr. Christiano Ottoni Carvalho.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto.
Escola de Minas. Graduação em Engenharia Urbana .

1. Cidades Inteligentes. 2. Mobilidade urbana. 3. Transporte -
Planejamento. 4. Transporte urbano. I. Matos, Bárbara Abreu. II.
Carvalho, Christiano Ottoni. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV.
Título.

CDU 62:711.4

Bibliotecário(a) Responsável: Soraya Fernanda Ferreira e Souza -CRB6/2322



FOLHA DE APROVAÇÃO

Beatriz Isidoro Rebello

Análise do nível de maturidade digital na gestão e operação do transporte coletivo municipal no Brasil, a partir de indicadores da MUNIC 2024 (IBGE)

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Urbana da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Urbanista

Aprovada em 30 de julho de 2026

Membros da banca

Dra. Bárbara Abreu Matos - Orientadora (Universidade Federal de Ouro Preto)
Dr. Christiano Ottoni Carvalho - Coorientador (Universidade Federal de Ouro Preto)
Me. Victor Hugo Gomes Albino - (Universidade Federal de Ouro Preto)
Me. Rafael Murta Resende - (Superintendência de Mobilidade Urbana, Prefeitura de Belo Horizonte)

Bárbara Abreu Matos, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 05/08/2026.



Documento assinado eletronicamente por **Bárbara Abreu Matos, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 05/08/2026, às 14:00, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1153115** e o código CRC **D173BD5B**.

A meu pai, minha mãe, minhas irmãs,
minhas tias e tios e aos meus avós, que me
motivaram a sempre correr atrás dos meus
objetivos e a melhorar a vida das pessoas.

Vocês são a minha vida.

AGRADECIMENTOS

A jornada até a conclusão deste trabalho não foi solitária, e sou imensamente grato a todos que, de alguma forma, contribuíram para que este momento se tornasse possível.

Em primeiro lugar, agradeço profundamente aos meus pais, Jorge e Michele, por todo amor, apoio incondicional e incentivo ao longo de cada etapa da minha vida. Sem a força e o exemplo de vocês, nada disso teria sido possível.

Às minhas irmãs, Ana Clara, Maria Fernanda e Lívia, minha eterna gratidão por serem minha fonte constante de inspiração, alegria e companheirismo. Cada palavra de carinho e cada gesto de apoio fizeram toda a diferença.

Aos meus tios e tias, obrigado pela presença, pelos conselhos e pelo incentivo que sempre me motivaram a seguir em frente.

E aos meus queridos avós, que com sabedoria, histórias e amor imenso, me ensinaram valores que levo comigo em cada conquista.

A toda miha família, amigos e professores, minha sincera gratidão por fazerem parte desta caminhada. Este trabalho é também de vocês.

RESUMO

A presente pesquisa analisa o nível de maturidade digital da gestão e da operação do transporte coletivo municipal por ônibus no Brasil, a partir dos dados da Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC) de 2024, produzida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. O estudo adota abordagem quantitativa, de caráter descritivo e exploratório, considerando exclusivamente os municípios que declararam possuir serviço de transporte coletivo intramunicipal por ônibus na Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Foram selecionadas quatro variáveis: bilhete ou cartão eletrônico; dispositivo de GPS instalado nos ônibus municipais; Centro de Controle Operacional; e semáforos inteligentes com capacidade de priorização do transporte público. Cada variável foi codificada de forma binária e agregada no Índice de Maturidade Digital do Transporte Coletivo (IMDT), cuja escala varia de zero a quatro. Dos 5.570 municípios, 1.735 declararam possuir o serviço analisado, correspondendo a aproximadamente 31,1% do total nacional. Desigualdades econômicas, porte territorial e populacional, além dos seus perfis produtivos evidenciam que a disponibilidade do transporte coletivo por ônibus é desigual e que, entre os municípios elegíveis, a incorporação das tecnologias avaliadas ocorre de maneira heterogênea. Em números absolutos, os municípios com níveis mais elevados do IMDT concentram-se nas regiões Sudeste e Sul, ao passo que as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste apresentam menor disseminação das soluções analisadas. Tais resultados não devem ser interpretados como medida direta da qualidade do serviço prestado, uma vez que o índice registra a existência das tecnologias, sem, contudo, avaliar sua operação, confiabilidade ou efetiva utilização. Conclui-se que a transformação digital do transporte coletivo municipal brasileiro permanece desigual e que a modernização tecnológica somente produz valor público quando articulada ao planejamento, à governança de dados, à integração operacional e à melhoria concreta das condições de deslocamento da população, podendo ser impulsionada pelos subsídios. O IMDT constitui, assim, instrumento inicial, transparente e replicável de diagnóstico, capaz de subsidiar comparações territoriais, orientar prioridades de gestão e fundamentar pesquisas futuras sobre mobilidade urbana e cidades inteligentes.

Palavras-chaves: maturidade digital; transporte coletivo por ônibus; mobilidade urbana; cidades inteligentes; gestão municipal, MUNIC.

ABSTRACT

This study analyzes the level of digital maturity in the management and operation of municipal bus public transportation in Brazil, based on data from the 2024 Municipal Basic Information Survey (MUNIC), produced by the Brazilian Institute of Geography and Statistics. The study adopts a quantitative, descriptive, and exploratory approach, considering only those municipalities that reported having an intramunicipal bus public transit service in the Municipal Basic Information Survey (MUNIC) conducted by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). Four variables were selected: tickets or electronic cards; GPS devices installed on municipal buses; an Operational Control Center; and smart traffic lights capable of prioritizing public transportation. Each variable was coded binarily and aggregated into the Public Transportation Digital Maturity Index (IMDT), which ranges from zero to four. Of the 5,570 municipalities, 1,735 reported having the analyzed service, corresponding to approximately 31.1% of the national total. Economic inequalities, differences in territorial size and population, as well as their economic profiles, show that the availability of bus-based public transit is uneven and that, among eligible municipalities, the adoption of the evaluated technologies occurs in a heterogeneous manner. In absolute terms, municipalities with higher IMDT levels are concentrated in the Southeast and the South, whereas the North, Northeast, and Central-West regions show a lower prevalence of the solutions analyzed. These results should not be interpreted as a direct measure of the quality of service provided, since the index records the existence of technologies without, however, evaluating their operation, reliability, or actual use. It can be concluded that the digital transformation of Brazilian municipal public transit remains uneven and that technological modernization only generates public value when linked to planning, data governance, operational integration, and concrete improvements in the population's travel conditions, and can be driven by government subsidies. The IMDT thus constitutes an initial, transparent, and replicable diagnostic tool capable of facilitating cross-regional comparisons, guiding management priorities, and providing a foundation for future research on urban mobility and smart cities.

Keywords: digital maturity; bus transit; urban mobility; smart cities; municipal management, MUNIC.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema da Metodologia Adotada	22
Figura 2: Distribuição dos municípios brasileiros, por região geográfica, segundo a existência de transporte coletivo por ônibus e o nível avançado de maturidade digital.	30
Figura 3: Panorama dos municípios que possuem sistema de transporte coletivo por ônibus no Brasil em 2024	31
Figura 4: Distribuição dos municípios brasileiros, na Região Norte, segundo a existência de transporte coletivo por ônibus e o nível avançado de maturidade digital.	35
Figura 5: Panorama da distribuição espacial do IMDT nos municípios da Região Norte	37
Figura 6: Distribuição dos municípios brasileiros, na Região Nordeste, segundo a existência de transporte coletivo por ônibus e o nível avançado de maturidade digital.	40
Figura 7: Panorama dos municípios que possuem sistema de transporte coletivo por ônibus no Brasil em 2024	41
Figura 8: Distribuição dos municípios brasileiros, na Região Centro-Oeste, segundo a existência de transporte coletivo por ônibus e o nível avançado de maturidade digital.	44
Figura 10: Panorama da distribuição espacial do IMDT nos municípios da Região Centro-Oeste.....	45
Figura 10: Distribuição dos municípios brasileiros, na Região Sudeste, segundo a existência de transporte coletivo por ônibus e o nível avançado de maturidade digital.	48
Figura 11: Panorama da distribuição espacial do IMDT nos municípios da Região Sudeste	49
Figura 12: Distribuição dos municípios brasileiros, na Região Sul, segundo a existência de transporte coletivo por ônibus e o nível avançado de maturidade digital.	52
Figura 13: Panorama dos municípios que possuem sistema de transporte coletivo por ônibus na Região Sul em 2024	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Levantamento de municípios que declararam possuir transporte coletivo intramunicipal por ônibus, por região geográfica	27
Tabela 2: Levantamento de municípios que possuem Índice de Maturidade Digital no transporte coletivo por ônibus avançado, por região geográfica	29
Tabela 3: Levantamento de municípios com Índices de Maturidade Digital Avançados e o Porte Populacional da Região Norte por Unidade Federativa	36
Tabela 4: Levantamento dos Índices de Maturidade Digital e Existência de Transporte Coletivo dos municípios da Região Nordeste	39
Tabela 5: Levantamento dos Índices de Maturidade Digital e Existência de Transporte Coletivo dos municípios da Região Centro-Oeste	43
Tabela 6: Levantamento dos Índices de Maturidade Digital e Existência de Transporte Coletivo dos municípios da Região Sudeste	47
Tabela 7: Levantamento dos Índices de Maturidade Digital e Existência de Transporte Coletivo dos municípios da Região Sul	51

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Justificativa.....	3
1.2	Objetivo	5
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	6
2.1	Mobilidade Urbana e o transporte coletivo	6
2.2	Cidades inteligentes	8
2.2.1	Transformação digital.....	11
2.2.2	Sistema de Transporte Inteligente (STI) no transporte coletivo	12
2.2.3	Tecnologias de gestão de tráfego	15
2.2.4	Geoprocessamento	15
2.2.5	Bilhetagem Eletrônica	16
2.2.6	Centros de Controle de Tráfego (CCT)	17
2.2.7	Semáforos Inteligentes aplicados ao transporte coletivo por ônibus	
	18	
2.3	Indicadores de Maturidade Digital	18
2.4	Pesquisa de Informações Básicas Municipais – Perfil dos Municípios Brasileiros (Munic).....	19
3	METODOLOGIA	20
3.1	Bilhetagem eletrônica.....	23
3.2	Rastreamento da frota por GPS	23
3.3	Centro de Controle Operacional.....	24
3.4	Semáforos inteligentes e prioridade ao transporte coletivo	25
3.5	Distribuição e interpretação do IMDT	25
4	RESULTADOS.....	26
4.1	Delimitação do campo de análise.....	27
4.1.1	Região Norte	33
4.1.2	Região Nordeste	38
4.1.3	Região Centro-Oeste	42
4.1.4	Região Sudeste.....	46
4.1.5	Região Sul.....	50
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
6	REFERÊNCIAS.....	57

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o mundo tem vivenciado um processo acelerado de urbanização e crescimento populacional, que transformou a configuração territorial, social e econômica das cidades. De acordo com estimativas da Organização das Nações Unidas, mais de 55% da população mundial vive atualmente em áreas urbanas, projeção que tende a alcançar 68% até 2050 (ONU Brasil, 2022). Esse processo, aliado a tendência de expansão da urbanização, embora associado ao desenvolvimento tecnológico e à dinamização da economia global, trouxe consigo uma série de efeitos negativos e desafios de grande complexidade para o planejamento urbano (Lima et al., 2019).

Com esse avanço acelerado da urbanização nas cidades, surgem diversos desafios relacionados à infraestrutura, ao meio ambiente e à inclusão social. Diante disso, o conceito de cidade inteligente se consolida como uma abordagem estratégica, ao combinar inovação tecnológica com planejamento urbano sustentável, com o objetivo de atender às demandas contemporâneas das cidades e elevar o bem-estar da população (Yin et al., 2015).

A urbanização intensiva gerou um aumento exponencial da demanda por infraestrutura, serviços públicos, habitação, gestão de resíduos e a mobilidade, que passou a ser discutida em campanhas políticas por inúmeras reclamações em pesquisas de opinião, evidência da pressão colocada por esse crescimento populacional sobre os sistemas urbanos existentes (Maia et al., 2017). A partir disso, as cidades passaram a se caracterizar como sistemas complexos que se adaptam constantemente, caracterizadas por múltiplos agentes como o setor público, privado, cidadãos, entre outros que interagem entre si em diferentes escalas, com objetivos diversos e, muitas vezes, podem ser divergentes (Nel, 2009). Essa gama de variáveis nas cidades torna o processo de gestão urbana mais desafiador, o qual necessita de abordagens no seu gerenciamento que proporcione uma integração de dados e tecnologias capazes de captar a dinamicidade do território (Guo et al., 2022).

A demanda por infraestrutura, quando não melhorada e/ou resolvida, acarreta prejuízos para a população. Do ponto de vista nacional, Miranda et al. (2018, p. 1) discorrem que:

O processo de urbanização no Brasil ocorreu principalmente após a metade do século XX de forma acelerada, desordenada e sem o planejamento adequado, o que desencadeou diversos problemas sociais, econômicos e ambientais. As consequências podem ser observadas ainda nos dias atuais com a deficiência ou ausência de serviços básicos como abastecimento de água, esgotamento sanitário e manejo das águas pluviais (Miranda et al., 2018, p. 1).

Nesse contexto, pode-se compreender a cidade contemporânea como um organismo em constante mutação, cujas funções, fluxos e formas respondem a estímulos sociais, econômicos, ambientais e tecnológicos (Iossifova et al., 2017). Essa definição proporciona uma reformulação das estratégias no planejamento urbano, estas estratégias adaptativas, integradoras e orientadas à resiliência (Salat, 2017). A compreensão desse conceito na morfologia urbana é necessária para fins de análise da viabilidade de soluções tecnológicas em contextos específicos, como a gestão e operação do transporte coletivo.

De acordo com a Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República e a Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (SEDU/PR; NTU, 2002), o sistema de transporte coletivo, mais especificamente por ônibus, é o principal modo de transporte em muitas cidades do mundo, porém sua demanda vem apresentando declínio, apesar das melhorias que esse tipo de transporte proporciona à qualidade de vida e ao desenvolvimento. Os autores ainda reforçam que a priorização do transporte coletivo é imprescindível para a melhoria da mobilidade, uma vez que seus desafios são ocasionados pelo grande volume de veículos. A priorização do transporte coletivo visa proporcionar maior eficiência ao sistema viário, bem como ao próprio sistema de transporte, trazendo benefícios à população, como o tempo de viagem reduzido, tarifas e custos operacionais mais equilibrados, entre outros (SEDU/PR; NTU, 2002).

No âmbito do transporte público coletivo, as cidades inteligentes atuam na gestão e operação desse serviço por meio da aplicação de sistemas inteligentes,

como exemplo, as redes veiculares que processam e compartilham dados do trânsito em veículos que possuem equipamentos necessários para seu uso. De forma intuitiva, os Sistemas de Transporte Inteligentes (ITS) são um conjunto de informações interligadas com informações geográficas (GPS), sensores, Centros de Controle e Operação, semáforos, entre outros (BPS, 2017).

No que se refere aos resultados esperados desta pesquisa, parte-se da hipótese de que o processo de modernização dos serviços públicos de transporte por ônibus não ocorre de forma homogênea entre os municípios, sendo influenciado por fatores como capacidade administrativa, disponibilidade de recursos financeiros, infraestrutura tecnológica e qualificação técnica. Nesse contexto, pressupõe-se a existência de uma relação positiva entre o porte do município e o grau de modernização dos serviços de transporte, de modo que municípios maiores tendem a apresentar níveis mais elevados de inovação, digitalização e eficiência na gestão desses serviços. Em contrapartida, espera-se que municípios de menor porte enfrentem desafios mais significativos para a implementação dessas iniciativas, especialmente em razão de limitações institucionais, financeiras e tecnológicas, o que pode comprometer a qualidade e a eficiência dos serviços prestados à população.

1.1 Justificativa

Como característica principal da dinâmica urbana, pode-se destacar que a mobilidade urbana se estabelece como um pilar central na urbanização contemporânea. Além do mero deslocamento físico, engloba aspectos cruciais na estruturação das cidades, com sua importância residindo no fato de ser um componente essencial do cotidiano global urbano, fundamental para garantir, de forma democrática, o acesso às oportunidades da cidade. A mobilidade urbana é caracterizada pelo fluxo contínuo de diferentes tipos de deslocamentos, que incluem o movimento de pessoas, mercadorias e informações, abrangendo tanto a mobilidade motorizada (automóveis individuais e/ou coletivos privados) quanto a mobilidade ativa (caminhada e bicicleta), mas também diversas linhas urbanas de transporte público coletivo municipal, aumentando a complexidade do tráfego na região urbana e seu entorno, sendo o seu planejamento e operação impactando diretamente no

desenvolvimento da cidade (Alvim *et al.*, 2024).

Diante dessas características e sua problemática, ressalta-se a necessidade de estudo como o presente proposto, uma vez que o processo de urbanização brasileira é marcado por uma expansão desordenada e desigual por causa da sua dimensão territorial, heterogeneidade e diversidade (Fernandes, 2013). Ainda, foi historicamente submetido a um planejamento inadequado ou inexistente, com uma abordagem setorializada e ineficiente, sem a devida legalização e ordenação, o que prejudica a qualidade de vida, o acesso a serviços públicos e a mobilidade urbana. A intensificação da circulação de veículos e aumento da população transeunte das vias das cidades exige mudanças e/ou melhorias nos modos de planejamento urbano, mais especificamente os seus instrumentos e estruturas institucionais responsáveis pela gestão do território (Miron *et al.*, 2025).

O congestionamento ocasionado por falhas sistemáticas e/ou apenas uma gestão ineficiente do sistema de transporte público por ônibus, que tende a se tornar mais sobrecarregado, acarreta prejuízos à população como dificuldades de acesso à informação e, principalmente, aumento no tempo de espera do transporte público coletivo. Como consequência, observa-se uma alteração na dinâmica urbana, em que parte da população com acesso a outras opções de deslocamento passa a evitar o transporte coletivo, priorizando modos individuais como veículos particulares ou serviços por aplicativo. Esse movimento contribui para a sobrecarga do sistema viário e evidencia a desigualdade socioespacial, uma vez que os grupos de menor renda permanecem mais dependentes de um sistema frequentemente marcado por ineficiências e limitações operacionais.

A escolha pelo tema se baseia na crescente necessidade de modernização das cidades e na pouca sistematização nacional sobre a adoção municipal de Sistemas Inteligentes de Transportes (ITS) no transporte coletivo por ônibus. Considerando a complexidade das estruturas urbanas, as cidades apresentam dinâmicas que tornam desafiadora a gestão do espaço urbano e a garantia da fluidez dos deslocamentos, elemento central da mobilidade urbana.

Além do comportamento do tráfego, a falta de sinalização horizontal de

delimitação das vias e de sinalização vertical indicativa no mesmo, o intenso fluxo de veículos com tipologias ou modais distintas (carros, bicicletas, motocicletas, ônibus urbanos e distritais, entre outros), comportamentos inadequados, estacionamentos e travessias de pedestres de forma intensa e inconstantes são fatores que acarretam congestionamentos em diversos contextos do sistema viário, proporcionando o acesso desconfortável, desgastante e principalmente inseguro. Assim, a gestão e operação do transporte coletivo por ônibus, integradas à tecnologia, configuram-se como uma estratégia relevante para o ordenamento do tráfego, pois o sistema de transporte público desempenha papel central na organização dos fluxos urbanos, racionalização do uso do sistema viário e contribui nas dinâmicas urbanas dos municípios brasileiros.

1.2 Objetivo

O objetivo geral do presente trabalho é realizar uma análise da disparidade dos municípios brasileiros quanto ao seu nível de modernidade e uso de tecnologias para a gestão e a operação do transporte coletivo por ônibus, sendo esta análise qualitativa no âmbito do planejamento urbano e mobilidade urbana, trazendo como métrica a proposta do “Índice de Maturidade Digital para Transporte Coletivo - IMDT”.

São objetivos específicos:

- Mapear a disponibilidade tecnológica no transporte municipal;
- Propor e aplicar o Índice de Maturidade Digital do Transporte Coletivo (IMDT);
- Analisar a distribuição espacial do nível de maturidade digital no Brasil, cruzando os dados do IMDT com as diferentes regiões geográficas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Mobilidade Urbana e o transporte coletivo

De acordo com Alvim et al. (2024), os estudos sobre mobilidade urbana se intensificaram de forma abrangente e diversa, abordando questões do âmbito urbano, ambiental e de inclusão social, estes sendo os pilares de planejamento das cidades. A mobilidade deixou de ser apenas um deslocamento físico de pessoas, o que passou a ser vista como um elemento central na organização e desenvolvimento das cidades. Possuem fluxo contínuo de pessoas, mercadorias e de informações, componentes essenciais no desenvolvimento de uma cidade. Esses objetos de estudo desempenham um papel fundamental na estruturação urbana, compondo um processo de organização e configuração do espaço urbano, como a disposição de equipamentos públicos e comunitários e vias de circulação, áreas residenciais, comerciais e afins (Alvim et al., 2024).

Para melhor entendimento da função da mobilidade urbana no planejamento das cidades, a caracterização da maneira como a cidade se consolidou através da forma de deslocar-se pela mesma, sendo conduzido predominantemente por vias transversais umas das outras, de forma ortogonal que pudesse assim encurtar as distâncias para o modo ativo de deslocamento, Lopes *et al.* (2021, p.10) abordam o estudo de caso sendo a Grécia Clássica, onde dizem que:

A organização da circulação era feita a partir da definição precisa das áreas de origem e destino, disciplinamento das vias e limite de distância a percorrer, aspectos ainda hoje buscados para melhor qualidade de vida nas cidades.

A identificação das áreas de origem e destino dos deslocamentos da população, bem como a análise da malha viária e de suas características, como extensão, dimensões, tipo de pavimentação, função das vias, comportamento do tráfego e também a topografia, fornece subsídios essenciais para o planejamento da mobilidade urbana e para a organização eficiente dos fluxos de deslocamento. Nesse contexto, o transporte coletivo destaca-se como um dos principais instrumentos para atender à demanda por viagens urbanas, contribuindo para a integração entre as

diferentes áreas da cidade e para a promoção da acessibilidade. De acordo com Brasil (2012), trata-se de um serviço público destinado ao transporte de passageiros mediante o pagamento de tarifa individual, cujos itinerários e tarifas são regulamentados pelo poder público, sendo acessível a toda a população. Além de garantir o deslocamento da população, o transporte coletivo constitui uma importante alternativa para a mitigação de problemas urbanos, como congestionamentos, acidentes de trânsito e impactos ambientais, promovendo maior eficiência no sistema de mobilidade urbana (Rodrigues; Serratini, 2008).

O transporte coletivo, mais especificamente o transporte coletivo por ônibus, é fundamental para garantia de uma mobilidade sustentável dentro do contexto urbano. É essencial para a população de baixa renda, mas também uma alternativa a ser utilizada como estratégia para redução das viagens realizados em veículos com capacidade inferior, como o automóvel. Essa estratégia visa atingir a sustentabilidade, ou seja, reduzindo os congestionamentos, a poluição ambiental, os acidentes de trânsito e o consumo de combustíveis de origem não renovável (Rodrigues; Serratini, 2008).

De acordo com Silva (2000), o transporte coletivo por ônibus é o mais utilizado meio de locomoção dos países em desenvolvimento e os processos de automatização vêm sendo cada vez mais interessantes para gestores e operadores deste sistema, como algumas cidades brasileiras, usando diversos tipos de ferramentas como a bilhetagem eletrônica e centros de controle operacional.

Países desenvolvidos, por sua vez, sofreram grandes evoluções do ponto de vista da qualidade utilizando modernas tecnologias, como por exemplo rede viária integrada à sistemas inteligentes, buscando a precisão das informações em tempo real, benefícios a serem apresentados posteriormente. Nesse contexto, a modernização do transporte coletivo por ônibus também se relaciona aos objetivos da Política Nacional de Mobilidade Urbana, instituída pela Lei nº 12.587/2012, que estabelece a promoção do desenvolvimento sustentável das cidades por meio da integração entre os modos de transporte e a melhoria da eficiência dos sistemas de mobilidade (Brasil, 2012).

Assim, a incorporação de tecnologias como bilhetagem eletrônica, sistemas inteligentes de transporte e centros de controle operacional pode contribuir para a qualificação do serviço do prestado, ampliando a acessibilidade da população, reduzindo ineficiências operacionais e favorecendo uma gestão mais sustentável do transporte urbano.

2.2 Cidades inteligentes

A gestão inteligente dos recursos públicos resulta em cidades mais sustentáveis e economicamente eficientes (Nunes *et al.*, 2025.). O conceito de cidades inteligentes vem para garantir esta eficiência do ponto de vista a otimizar ações, utilizando automações e algoritmos avançados nas esferas públicas, no caso da mobilidade urbana a identificação de padrões de tráfego, a fim de propor sugestões e/ou melhorias para os principais desafios urbanos, como o congestionamento, sinistro e falta de dados substanciais para a gestão do transporte falhas e/ou defasadas (Nunes *et al.*, 2025). Além disso, cita-se também a falta de informações ao usuário do transporte coletivo, essenciais para a qualidade e operabilidade deste sistema.

Sintetiza-se o conceito de cidade inteligente como "uma cidade resiliente e sustentável, que tenha flexibilidade e capacidade de adaptação" (Brasil, 2020). As cidades inteligentes incorporam diferentes tecnologias externas ao aprimoramento da gestão pública e da prestação de serviços urbanos. Essas soluções variam desde ferramentas mais simples, como portais eletrônicos de atendimento ao cidadão e sistemas de videomonitoramento, até recursos mais avançados, como semáforos inteligentes, Centros de Operação e Controle, aplicações baseadas na Internet das Coisas (IoT), sistemas de análise de grandes volumes de dados (Big Data) e Inteligência Artificial, integrados às Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) (Brasil, 2020). Quando planejadas e inovadoras de forma ética e aprovadas às necessidades locais, essas tecnologias modernas podem ampliar a eficiência da gestão pública, qualificar a oferta de serviços essenciais e reduzir desigualdades sociais e econômicas (Nunes *et al.*, 2025).

As cidades inteligentes, também denominadas cidades do futuro, que antes pareciam conceito inaplicável, hoje podem ser implementadas uma vez que trazem soluções para melhoria da qualidade de vida a todos, mas que não é a realidade do Brasil atual como um todo, abrangendo capitais e demais cidades interioranas, com destaque para os centros urbanos maiores e mais desenvolvidos que possuem uma tendência a utilizar desta abordagem. Como dizem Rezende Vieira Junior *et al.*, em 2024:

Esse olhar inclusivo e igualitário não está presente no Brasil. Partindo-se dessa afirmação, a problemática da implementação das políticas de “smart cities” sem uma transformação efetiva da qualidade de vida dos cidadãos mais pobres e vulneráveis se impõe. (Rezende Vieira Júnior *et al.* , 2024, p. 3)

Tal citação reforça que é necessária e indiscutível a avaliação do tipo de abordagem de acordo com cada local e suas particularidades, uma vez que as soluções devem seguir uma linha de pensamento de forma lógica e racional de acordo com a necessidade do local, sem sugestões fantasiosas e deslocadas da realidade.

De acordo com o Insituto Nacional da Propriedade Industrial (Brasil, 2020, p.25), a dificuldade de gestão e operação da mobilidade nas cidades nos últimos anos acarreta diversos problemas para a tal, tanto no âmbito social quanto econômico. A perda de tempo de deslocamento, a perturbação física e psíquica aos cidadãos quanto congestionamentos extensos e demorados, tem como consequência uma redução da qualidade de vida e em casos mais extremos, sinistros e acidentes mortais.

Diante desses desafios, o conceito de cidades inteligentes propõe o uso de tecnologias da informação e comunicação para aprimorar a gestão urbana e promover melhorias na qualidade de vida da população. Entre suas aplicações, destacam-se a automação de processos, o monitoramento das operações urbanas e a coleta, integração e análise de dados, fornecendo subsídios para uma tomada de decisão mais ágil, eficiente e fundamentada (Gorgulho; Tredinnick, 2020). Nesse contexto, os sistemas computacionais constituem a base da infraestrutura tecnológica das cidades inteligentes, possibilitando a comunicação entre diferentes serviços e equipamentos urbanos.

Uma das ferramentas que viabilizam essa integração são os Sistemas Integrados de Gestão (SIG), definidos como um conjunto de procedimentos, normas e ferramentas que unificam diferentes áreas da gestão em uma estrutura compatível e acessível, favorecendo o compartilhamento de informações e a coordenação das ações (Santos, 2020). No contexto da gestão urbana, essa integração, apoiada por softwares específicos, contribui para maior eficiência operacional, transparência administrativa e sustentabilidade na prestação dos serviços públicos (Santos, 2020).

A utilização dos softwares incita uma reflexão sobre as tecnologias e sua evolução. De acordo com Freitas (2020, p.8), a evolução tecnológica auxilia no planejamento do território, ou seja:

O significativo avanço das tecnologias de informação, e mais especificamente de geo informação, tem transformado o modo de planejar o território, em recortes urbanos ou ambientais, exigindo investimentos e investigações em processos metodológicos (Freitas, 2020, p.8).

A falta de dados atualizados e a falha na disseminação e compartilhamento de informação entre todos os participantes da gestão pública, acarretam gastos dispensáveis e muitas vezes de forma ineficiente, de maneira que podem dificultar a comunicação e a atualização de dados nos sistemas, podem incentivar a uma má gestão pública, com tomadas de decisões equivocadas e infrutíferas. Em consequência, o desperdício de dinheiro público, gerando prejuízos na contabilidade municipal, dívidas e impostos e preços mais onerosos, atingindo assim a população de forma direta, incentivando a desigualdade social e a emigração, mas também atingem os órgãos públicos de forma preocupante na alocação de recursos para setores importantes para a cidade, a área da saúde, educação e obras de infraestrutura viária (Brasil, 2021).

Nos últimos anos, as soluções tecnológicas vêm sendo aprimoradas e atualizadas, a fim de garantir maior precisão, confiabilidade e segurança nas análises, o que torna a gestão mais eficaz e precisa, uma vez que são sistemas complexos e abrangentes, sendo necessário o auxílio tecnológico (Kon; Santana, 2016). Neste contexto, as tecnologias vêm para auxiliar na disponibilização de dados, dos mais

simples até os mais complexos e extensos, de modo a facilitar o seu tratamento e análise de forma sistêmica e otimizada. Como afirmam Kon e Santana (2016, p.2), as “tecnologias de informação e comunicação (TIC) podem ser empregadas para coletar e analisar uma grande quantidade de informações geradas por diversas fontes de dados da cidade”.

As TICs, quando implementadas nas cidades, podem transformar de forma positiva a organização de setores públicos, a aprendizagem nas instituições acadêmicas e do ponto de vista do público, objetivo deste trabalho, podem auxiliar no gerenciamento da infraestrutura e da prestação de serviços públicos, possibilitando uma gestão urbana eficiente em cidades históricas, resguardando as suas particularidades e características culturais, com um planejamento mais assertivo na tomada de decisão sobre intervenções nas mesmas (Weiss, 2019).

A seguir são apresentados alguns conceitos que auxiliam no entendimento de tais tecnologias que tornam gestão pública de forma inteligente:

2.2.1 Transformação digital

A transformação digital pode ser entendida como “um processo contínuo de renovação estratégica que utiliza avanços nas tecnologias digitais para criar recursos que atualizam ou substituem o modelo de negócios, a abordagem colaborativa e a cultura de uma organização.” (Warner; Wäger, 2019 apud Souto, 2025, p. 32). Ainda nesse sentido, Fitzgerald *et al.* (2013 apud SOUTO, 2025) diz que a transformação digital consiste no uso de tecnologias digitais diversas, como os dispositivos móveis, análises ou dispositivos incorporados, em um local, com o objetivo de melhorias nos negócios, mas pode ser aplicado na esfera pública dos sistemas de transporte, de forma a aprimorar a experiência do cliente (ou usuário), otimizar as operações ou criar novos modelos de negócios e/ou gestão. Com isso, a transformação digital é percebida como “um processo contínuo de adaptação e inovação, frente à complexidade e à velocidade das mudanças tecnológicas” (SOUTO, 2025, p. 329).

De acordo com Becker *et al.* (2009 apud SOUTO, 2025) o crescimento e a consolidação da transformação digital na esfera pública impulsiona o

desenvolvimento de modelos de avaliação de maturidade que permitam a análise e mensuração relativa ao nível de preparo das organizações, sejam privadas ou públicas quanto à adoção de tecnologias digitais. Modelos de maturidade, ainda de acordo com esses autores, induzem a identificação do estágio atual da digitalização em um sistema, estruturando o seu progresso tecnológico em níveis claros, que proporciona a orientação aos gestores as ações necessárias para avançar na integração digital.

Diante do exposto, compreende-se que a transformação digital representa um fenômeno multidimensional que vai muito além da simples digitalização de processos, constituindo-se como uma reconfiguração profunda dos modelos de gestão, da cultura organizacional e das formas de prestação de serviços (Souto, 2025). Nesse sentido, Singh e Hess (2017 apud Souto, 2025) reforçam que a transformação digital é significativamente mais ampla do que a mera digitalização de processos e serviços, demandando uma abordagem holística que contemple inclusive mudanças na cultura organizacional e nas formas como a sociedade lida com a informação.

Para tanto, os modelos de avaliação de maturidade digital emergem como instrumentos indispensáveis para mensurar o estágio de integração tecnológica das organizações e orientar os gestores na definição de prioridades e estratégias de avanço, conforme apontado por Becker *et al.* (2009 apud SOUTO, 2025). Assim, a articulação entre a compreensão conceitual da transformação digital e a aplicação sistemática de índices de maturidade mostra-se essencial para que instituições, em especial aquelas inseridas na esfera pública, como os sistemas de transporte, possam avançar de maneira consistente, orientada e sustentável rumo à inovação digital.

2.2.2 Sistema de Transporte Inteligente (STI) no transporte coletivo

O Sistema de Transporte Inteligente (STI), como citado anteriormente, pode ser entendido como uma integração sistêmica entre monitoramento, processamento em tempo real e tomada de decisão automatizada, incorporando o paradigma da cidade inteligente ao domínio da circulação urbana, sendo uma resposta técnica e política às ineficiências históricas na operação de fluxos viários (Quessada *et al.*, 2020).

De acordo com Quessada *et al.* (2020), este sistema é pensado e projetado para coleta de informações sobre a mobilidade de um local, como a localização, velocidade, direção do movimento dos veículos, eventos que podem impactar no tráfego e possibilidade de identificação de rotas alternativas. É utilizado de forma a facilitar a gestão do mesmo e solucionar problemáticas de forma pontual, como obras, eventos e demais intervenções viárias que impactam o fluxo (Quessada *et al.*, 2020).

De acordo com Santos e Vasconcelos (2024), os STIs têm como objetivo a melhoria da segurança do tráfego, a eficiência e a praticidade dos transportes de modo geral, mas também são projetados a fim de contribuir com a conservação do combustível e também do meio ambiente. Ainda de acordo com esse autor, destaca-se como exemplo de sistema inteligente de transporte as tecnologias de comunicação de forma a conectar pessoas, infraestruturas a serem projetadas e/ou implementadas e também, aos veículos e sua operação, bem como as informações acessíveis à população.

Faz-se parte de tal sistema a chamada “redes de veículos”, onde:

São veículos com capacidade de armazenamento de grande quantidade de dados, processamento e computação destes, juntos estes veículos formam uma rede através de servidores na nuvem (cloud), para que haja comunicação, troca de informações entre eles (Kim; Moon; Suh, 2015 apud Santos; Vasconcelos, 2024, p.7 apd).

Há também os gerenciadores de tráfegos, onde são dispositivos que atuam na coleta de dados das vias em estudo de forma a identificar e minimizar possíveis e/ou reais congestionamentos com o cálculo de rotas alternativas. Além disso, sensores também podem ser incorporados no conceito dos STIs, uma vez que possuem diversas funções, como a detecção de entrada e saída de veículos, monitoramento em pontos semaforicos críticos, normalmente cruzamentos com grande volume de veículos, entre outros. Estes, interligados com centros de controle e operações de sistema de transporte, possibilitam a maximização da segurança e eficiência dos mesmos (Santos; Vasconcelos, 2024).

2.2.3 Tecnologias de gestão de tráfego

Do ponto de vista da mobilidade urbana, pode-se citar algumas tecnologias/soluções inteligentes que, tanto modernizam o sistema viário quanto auxiliam no processamento e análise das informações pertinentes para essa área, utilizando ferramentas de simulação, método de controle de tráfego, entre outros.

Os métodos clássicos de gestão e controle de tráfego resultam em ações assertivas, mas apenas em condições onde o fluxo é conhecido e definido, porém esta é uma condição fora da realidade da maioria dos centros urbanos, onde o fluxo é muitas vezes inconstante, onde diz:

Muitas cidades brasileiras com congestionamentos urbanos ainda usam abordagens de controle de tráfego clássicas, que apresentam bons resultados em ambientes cujos fluxos variam de forma bem definida ao longo do dia, mas esse não é mais caso na maioria dos centros urbanos (Borges, 2022, p.vi).

Assim, a abordagem do controle de tráfego deverá levar em consideração suas particularidades e desafios, uma vez que as dinâmicas e as configurações viárias são distintas e muitas vezes desafiadoras justifica o uso de sistemas inteligentes e tecnológicos de maneira notável, facilitando a gestão da mobilidade. Em suma, a necessidade do controle do tráfego torna-se fundamental, bem como o acompanhamento de sistemas integrados que facilitem a gestão e operação dos sistemas de transporte, principalmente no que se refere ao transporte coletivo (Borges, 2022).

2.2.4 Geoprocessamento

O Sistema de Informações Geográficas (SIG), possui uma estrutura de processamento eletrônico de dados geográficos, sendo uma excelente ferramenta para controlar o processo de territorialização de uma organização (Muller *et al.*, 2010 apud Lopes *et al.*, 2023). O geoprocessamento, como o nome sugere, é o processo de coletar, armazenar, distribuir e representar essas informações geográficas na forma digital, de forma a realizar o tratamento das informações referentes às posições relativas da superfície da Terra. É um processo dinâmico e constantemente atualizado, onde as atividades que envolvem o geoprocessamento utiliza do Sistema

de Informações Geográficas (SIG) que processam informações geográficas, como as imagens de satélite, internet e a tecnologia GPS (Global Positioning System) (Rodrigues, 2023).

De acordo com Carvalho (2015, p.3 apud Rodrigues, 2023, p.6):

O geoprocessamento pode auxiliar na gestão urbana, entretanto é preciso que o analista que trabalha com a ferramenta conheça suas limitações, tanto as da ferramenta quanto das informações disponíveis para a análise territorial, para que os estudos realizados possam ser avaliados e usados no auxílio à tomada de decisões.

Isso caracteriza essa ferramenta como muito útil e eficiente, desde que os gestores e agentes que a utilizar conheça suas características, particularidades e façam uso da forma mais correta e fiel a realidade, uma vez que dados incorretos conduzem a gerenciamento falho e assim, prejuízos e/ou consequência não programadas no planejamento geral das cidades.

2.2.5 Bilhetagem Eletrônica

De acordo com Nascimento (2022), a mobilidade urbana está em crescimento e há necessidade de gestão e operação do transporte a fim de facilitar a vida da população e partir do conceito das Cidades Inteligentes, surge a metodologia de conectar a tecnologia com a infraestrutura urbana e seus serviços, sendo uma ferramenta eficaz nesse objetivo, o sistema de bilhetagem eletrônica entra com a expectativa de melhoria da qualidade do serviço de transporte coletivo, além da acessibilidade e eficiência.

Ainda de acordo com esse autor, a bilhetagem eletrônica consiste em um sistema de automação que contribui para a integração tarifária nos transportes coletivos, além de geração de dados de uso e operação do serviço, reduzindo mão de obra local, aumentando a segurança com o fim do capital em espécie e trazendo a inovação.

Como desafios desse tipo de tecnologia, pode-se destacar o aumento da desigualdade social, uma vez que parte da população enfrentará dificuldades por não conseguir acessar e utilizar a internet para fazer as recargas e/ou não possuir cartões de crédito/débito (Nascimento, 2022), relacionando-se ao conceito de “Exclusão

Digital”, entendido como a limitação de acesso, uso e aproveitamento das tecnologias digitais por determinados grupos sociais, o que pode comprometer o acesso equitativo aos serviços públicos digitalizados e ampliar desigualdades já existentes (Braga Júnior; Azevedo, 2026).

De acordo com Duarte *et. al* (2023), que teve como base Depiné *et. al.* (2018), o conceito de cidades inteligentes envolve o engajamento dos cidadãos por meio do acesso à informação. Nesse contexto, destaca-se que não se deve considerar apenas a dimensão tecnológica, mas também a perspectiva das “cidades humanas inteligentes”, que propõe um equilíbrio entre o uso de tecnologias e a participação social, promovendo a interação ativa das pessoas com os ambientes virtuais e dados abertos.

2.2.6 Centros de Controle de Tráfego (CCT)

De acordo com Freitas (2014), o controle do tráfego pode ser compreendido como um conjunto de sistemas de informação voltados à integração e ao gerenciamento de dados relacionados à circulação viária. Esses sistemas têm como finalidade apoiar a tomada de decisão por parte de gestores e instituições envolvidas, possibilitando a proposição de soluções diante das complexidades do tráfego. Para isso, utilizam-se tecnologias e ferramentas que contribuem para uma gestão mais eficiente, inteligente e centralizada.

Esta autora ainda destaca a informação sendo um insumo primordial no âmbito da mobilidade urbana, especificamente no seu gerenciamento. As informações devem servir como ferramenta para o atendimento das demandas de forma real e assertiva, dadas as suas características dinâmicas, como condições de fluidez, fluxo de veículos, pontos críticos relativos à segurança viária, entre outros.

Nesse sentido, os Centros de Controle de Tráfego constituem importantes instrumentos de apoio à gestão da mobilidade urbana, uma vez que possibilitam a integração entre infraestrutura viária, sistemas de comunicação e diferentes tecnologias de monitoramento. Conforme apontam Felipe D. Cunha et al. (2017), os Sistemas Inteligentes de Transporte favorecem a comunicação entre veículos e

infraestrutura urbana, contribuindo para a melhoria do fluxo viário e para maior eficiência operacional. Dessa forma, os CCT ampliam a capacidade de monitoramento e análise das condições de circulação, subsidiando ações mais rápidas e assertivas no gerenciamento do tráfego urbano.

2.2.7 Semáforos Inteligentes aplicados ao transporte coletivo por ônibus

Dentre as tecnologias que compõem o processo de modernização do transporte público, os semáforos inteligentes se destacam por sua capacidade de integração com diferentes plataformas digitais, como o Waze e o Google Maps, além de interagir diretamente com os motoristas, controlando o fluxo de veículos com base na intensidade do tráfego nas vias adjacentes e reduzindo a necessidade de intervenção humana na programação dos equipamentos (Duarte *et al.*, 2023).

Sua adoção representa um avanço significativo para a mobilidade urbana, especialmente no que diz respeito ao transporte coletivo por ônibus, visto que os congestionamentos nas interseções e cruzamentos semaforizados estão entre os principais fatores que tornam as viagens mais longas e onerosas para os usuários. Nesse sentido, quando esses equipamentos são programados para priorizar a passagem dos ônibus com ferramentas de controle a distância, é possível reduzir consideravelmente o tempo de deslocamento, melhorar a oferta e a regularidade/frequência do transporte, componentes essenciais à a qualidade do serviço prestado à população, fazendo dos semáforos inteligentes uma das ferramentas mais promissoras para cidades que buscam tornar o transporte coletivo mais eficiente, competitivo e atrativo em relação ao transporte individual (Queiroz Júnior, 2020).

2.3 Indicadores de Maturidade Digital

De acordo com Bezerra e Souza (2021) a digitalização se configura como uma ferramenta essencial para o setor público, pois permite a automatização de processos, além de aumentar a sua eficiência e transparência, melhora também a qualidade dos serviços prestados.

Para ser efetivamente modernizado de forma estruturada, faz-se necessário a análise diagnóstica dos municípios quanto às tecnologias, sendo essa lacuna estudada por Bezerra e Souza (2021), onde desenvolveram os chamados Índices de Digitalização Municipal (IDM), que atua como um instrumento capaz de mensurar o nível de maturidade digital de municípios brasileiros e identificar o quanto cada um deles está preparado para sustentar uma transformação digital real no setor público. O modelo foi validado estatisticamente sendo estruturado em seis dimensões: capilaridade, capacidade, utilidade, acessibilidade, capital humano e contextualidade, e 25 indicadores observáveis, extraídos de bases de dados públicas como o IEGM (Índice de Efetividade da Gestão Municipal) e os dados abertos da ANATEL. Após o processo de validação, o modelo final ficou com quatro dimensões e 22 indicadores.

A pesquisa abrangeu 4.519 municípios brasileiros, aproximadamente 81% dos municípios, excluindo as capitais estaduais, e os resultados revelaram um cenário de desigualdade digital bastante expressivo. A média geral do IDM foi de 0,28 (em uma escala de 0 a 1), sendo que municípios de grande porte (acima de 100 mil habitantes) apresentaram média de 0,41, enquanto os pequenos municípios ficaram em torno de 0,17. As regiões Norte e Nordeste ficaram abaixo da média nacional, ao passo que Sul, Sudeste e Centro-Oeste superaram esse valor.

Do ponto de vista prático, o índice de digitalização municipal proporciona aos gestores públicos uma ferramenta objetiva de diagnóstico, norteadora no que tange à definição de prioridades e políticas de evolução digital.

2.4 Pesquisa de Informações Básicas Municipais – Perfil dos Municípios Brasileiros (Munic)

A Pesquisa de Informações Básicas Municipais (Munic), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) desde 1999, é uma das principais ferramentas disponíveis para conhecer a realidade dos municípios brasileiros, onde a mesma tem por objetivo reunir, de forma sistemática, dados sobre a estrutura administrativa e institucional de todas as prefeituras do país, permitindo que pesquisadores, gestores e formuladores de políticas públicas acompanhem, ao longo do tempo, como os municípios vêm se organizando para oferecer serviços à

população (IBGE,2025). Segundo Leme (2016) a partir de informações do IBGE (2005, 2008, 2009), as edições sucessivas da pesquisa tornam possível comparar diferentes regiões e categorias de municípios, revelando tanto os avanços quanto as lacunas existentes na capacidade de gestão local.

No campo da mobilidade urbana, a MUNIC (IBGE, 2025) também aborda questões sobre o nível de modernização tecnológica dos sistemas de transporte público municipal. Para isso, são coletadas informações sobre os quatro aspectos relevantes a este trabalho, sendo a adoção de bilhete ou cartão eletrônico no transporte público, facilitando o acesso do usuário e a integração tarifária; se os ônibus municipais contam com rastreamento por GPS, com envio de dados de localização e velocidade em tempo real, se existe um centro de controle operacional para monitorar e coordenar o funcionamento da frota e, por fim, se o município dispõe de semáforos inteligentes, controlados à distância podem ser capazes de dar prioridade ao transporte público no trânsito (Leme, 2016). Cada uma dessas variáveis representa um degrau no processo de digitalização e modernização do transporte urbano, os quais serão estudados neste documento.

A forma como a MUNIC organiza essas informações segue uma lógica simples e bastante eficaz, onde para cada variável, registra-se apenas a existência dessa característica. Essa abordagem permite construir um panorama comparativo entre diferentes localidades. Quando as quatro variáveis de transporte são analisadas em conjunto, é possível identificar em que estágio de modernização cada município se encontra, desde aqueles que ainda não adotaram nenhuma dessas tecnologias até os que já operam sistemas integrados e automatizados (Leme, 2016).

3 METODOLOGIA

Este estudo adota uma abordagem quantitativa descritiva, com base em dados secundários extraídos da Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC/IBGE) de 2024, sendo esta a versão mais recente e portanto, atualizada. O recorte analítico considera exclusivamente os municípios brasileiros que declararam possuir serviço de transporte coletivo por ônibus intramunicipal (variável MTRA19 =

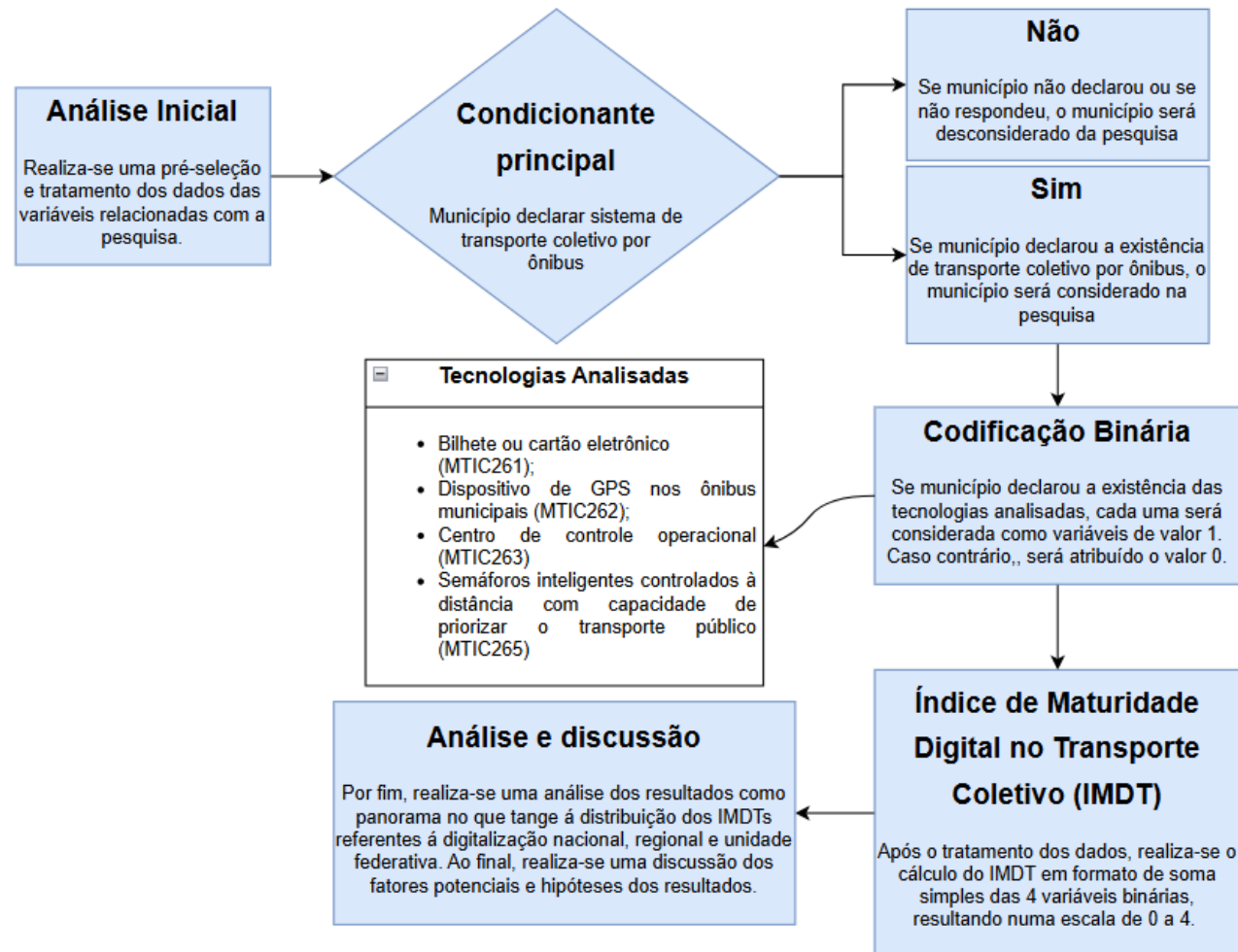
1), conformando o universo condicional sobre o qual as tecnologias são avaliadas.

As variáveis de interesse estão organizadas em duas tabelas da MUNIC: a Tabela 5.3, referente a serviços de transporte, e a Tabela 2.8, que trata da existência de sistemas digitais no cotidiano da população. As tecnologias analisadas são quatro: bilhete ou cartão eletrônico para uso no transporte público (MTIC261), dispositivo de GPS nos ônibus municipais com envio de informações de localização e velocidade (MTIC262), centro de controle operacional (MTIC263) e semáforos inteligentes controlados à distância com capacidade de priorizar o transporte público (MTIC265). Cada variável é codificada de forma binária, atribuindo valor 1 para a existência da tecnologia e 0 para sua ausência.

A partir dessas quatro variáveis, é calculado o Índice de Maturidade Digital no Transporte Coletivo (IMDT), obtido pela soma simples dos valores binários, resultando em uma escala de 0 a 4. Municípios com índice 0 não registram nenhuma das tecnologias avaliadas, enquanto aqueles com índice 4 possuem todas elas implementadas. O plano de análise contempla a distribuição do índice em nível nacional, regional e por Unidade da Federação por meio de cruzamentos em tabelas dinâmicas e a elaboração de um ranking por UF, interpretado com o devido rigor e sensibilidade diante das diferenças entre os estados.

No escopo deste trabalho, maturidade digital corresponde ao grau de adoção das quatro tecnologias contempladas pela MUNIC 2024. A seguir, apresenta-se em formato de fluxograma para melhor entendimento da proposta metodológica:

Figura 1: Esquema da Metodologia Adotada



Fonte: Elaboração própria.

O IMDT foi construído a partir de quatro variáveis binárias da MUNIC 2024: bilhete ou cartão eletrônico (MTIC261), rastreamento por GPS nos ônibus municipais (MTIC262), Centro de Controle Operacional (MTIC263) e semáforos inteligentes controlados a distância com capacidade de priorizar o transporte público (MTIC265). Para cada variável, atribuiu-se valor 1 quando o município declarou a existência da tecnologia e valor 0 quando declarou sua ausência. A seguir exemplica-se o cálculo realizado para cada campo de análise:

$$IMDT = [MTIC261] + [MTIC262] + [MTIC263] + [MTIC265]$$

Onde cada componente dessa equação corresponde ao valor de 0 ou 1 de sua ausência ou existência, respectivamente. A soma resulta em uma escala de zero a quatro, atribuindo-se como critério para análise da disparidade de digitalização municipal, onde 0 caracteriza-se como ausência de tecnologias e 4 para maturidade digital avançada.

A seguir, serão apresentadas informações sobre cada variável, de forma a entender o porque serão utilizadas para análise.

3.1 Bilhetagem eletrônica

A bilhetagem eletrônica corresponde à digitalização do acesso e da arrecadação no transporte coletivo no geral. Sua adoção pode contribuir para a redução do manuseio de dinheiro físico, a sistematização dos registros de viagens e a geração de dados relevantes ao planejamento. Vale destacar que a existência de cartão ou bilhete eletrônico não é, por si só, indicativa de que o sistema seja integrado ou transparente. A efetividade dessa tecnologia está condicionada à forma como os dados são governados, à existência de integração tarifária e à capacidade institucional de incorporar essas informações à gestão do serviço (Kon; Santana, 2016 apud Souto, 2025).

3.2 Rastreamento da frota por GPS

O rastreamento da frota de veículos do transporte coletivo por ônibus por GPS amplia a capacidade de acompanhamento da localização e da velocidade dos

veículos, podendo subsidiar a fiscalização do cumprimento de itinerários, o controle da regularidade operacional e a geração de estimativas de chegada. Os Sistemas Inteligentes de Transporte, por sua vez, utilizam dados de localização, comunicação e processamento para subsidiar decisões operacionais e responder a alterações nas condições de circulação (Cunha *et al.*, 2017, Santos; Vasconcelos, 2024).

A presença do equipamento, por sua vez, não confirma que as informações sejam transmitidas de forma contínua, processadas em tempo real ou disponibilizadas ao usuário ou utilizadas para a reprogramação da oferta, neste banco de dados. Por essa razão, o indicador deve ser compreendido como evidência de uma infraestrutura de monitoramento instalada, não constituindo, uma medida de sua qualidade ou efetividade operacional, somente um indicativo.

3.3 Centro de Controle Operacional

O Centro de Controle Operacional representa uma capacidade de gerenciamento das operações de maior complexidade, na medida em que se pressupõe que haja uma integração entre dados, recursos humanos, protocolos de monitoramento e mecanismos de intervenção em tais tecnologias, uma vez que a centralização das informações pode contribuir para respostas mais ágeis diante de atrasos, falhas operacionais, alterações de demanda e demais eventos que possam afetar a circulação. A informação é fundamental para a gestão do tráfego e do transporte, particularmente quando empregada de forma integrada e orientada à tomada de decisão (Freitas, 2014 apud Kon; Santana, 2016).

Como limitação, pode-se compreender que a variável MTIC263 registra a existência do centro, sendo necessários estudos aprofundados da efetividade deste controle, estruturas e dinâmicas de operação, como demais informações específicas de cada centro de controle.

3.4 Semáforos inteligentes e prioridade ao transporte coletivo

Os semáforos inteligentes com prioridade ao transporte coletivo representam a integração entre a gestão da frota e o controle do sistema viário de forma aplicada e direta, onde tal tecnologia possibilita o ajuste dos tempos semaforicos e a redução de atrasos em interseções, principalmente quando combinada ao rastreamento dos ônibus e a sistemas de comunicação. Sua implantação demanda articulação entre os setores de transporte, trânsito, tecnologia da informação, fiscalização e planejamento viário e estudos sobre prioridade semaforica evidenciam seu potencial para reduzir o tempo de viagem e ampliar a regularidade do transporte coletivo (Queiroz Júnior *et al.*, 2020, Duarte *et al.*, 2023).

Como limitações, destaca-se a variedade de aplicabilidade deste tipo de tecnologia, uma vez que aqueles cujo manuseio envolve análise de priorização do transporte coletivo, o erro associado pode ser frequente, sendo necessária controle e validação da qualidade da operação. Além disso, outra limitação destaca-se a necessidade de articulação e integração entre as fontes de informação, os quais podem provocar o efeito contrário ao desejado.

3.5 Distribuição e interpretação do IMDT

A soma das quatro variáveis resulta em valores compreendidos entre zero e quatro. O município com IMDT igual a zero declarou possuir transporte coletivo por ônibus, porém não informou a existência de nenhuma das tecnologias avaliadas. O valor quatro, por sua vez, indica que a totalidade das tecnologias foi declarada. Municípios que não declararam possuir o serviço de transporte coletivo não recebem IMDT igual a zero; permanecem fora do universo de cálculo, uma vez que é condicional a existência do serviço municipal para ser avaliado.

Quadro 2 - Interpretação proposta para os valores do IMDT

IMDT	Interpretação	Significado analítico
0	Município que não declarou tecnologias ou não possui	Município possui o serviço, mas não declarou nenhuma das quatro tecnologias.
1	Maturidade digital básica	Uma tecnologia declarada.
2	Maturidade digital intermediária	Duas tecnologias declaradas.
3	Maturidade digital avançada	Três tecnologias declaradas.
4	Maturidade digital consolidada no escopo do índice	Quatro tecnologias declaradas; não implica qualidade ou integração plena.

Fonte: Elaboração própria.

O IMDT deve ser compreendido como indicador sintético e de natureza exploratória quanto à adoção tecnológica. A soma simples facilita a análise quanto a transparência e a reprodutibilidade do cálculo, mesmo atribuindo peso equivalente a tecnologias de custos e complexidades diferentes. Ainda, vale ressaltar que o índice não mensura a confiabilidade das declarações, integração de dados de uso das tecnologias, frequência de uso ou qualidade percebida pelos usuários. Modelos de maturidade constituem instrumento útil para o diagnóstico de estágios e a orientação de prioridades, desde que seus limites conceituais e metodológicos sejam devidamente explicitados (Becker *et al.*, 2009 apud Souto, 2025).

4 RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados da análise da maturidade digital aplicada à gestão e à operação do transporte coletivo municipal por ônibus no Brasil. A análise se baseia nos dados da Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC) de 2024 e considera também exclusivamente aqueles municípios que declararam possuir serviço de transporte coletivo intramunicipal por ônibus. Nesse escopo, foram avaliadas quatro tecnologias: bilhete ou cartão eletrônico, rastreamento da frota por GPS, Centro de Controle Operacional e semáforos inteligentes controlados a distância com capacidade de priorização do transporte público.

A apresentação dos resultados foi organizada em escalas aos níveis de análise de forma complementares. Inicialmente, apresenta-se a delimitação do campo analisado e a distribuição territorial do serviço. Em seguida, são discutidos os componentes do Índice de Maturidade Digital no Transporte Coletivo por Ônibus (IMDT), sua interpretação e as diferenças regionais observadas. Por fim, essas conclusões são relacionadas ao porte dos sistemas urbanos e aos desafios institucionais da transformação digital.

A transformação digital no setor público não se restringe à simples aquisição de equipamentos. Ela envolve mudanças nos processos de gestão, na cultura organizacional, na capacidade de utilização dos dados e na articulação entre os agentes responsáveis pela prestação do serviço. Por esse motivo, os indicadores empregados neste trabalho devem ser compreendidos como análise das medidas de adoção tecnológica e de capacidade instalada, e não como uma avaliação completa da qualidade do transporte coletivo (Weiss, 2019 apud Souto, 2025).

4.1 Delimitação do campo de análise

Entre os 5.570 municípios brasileiros que aparecem na base de dados pública, 1.735 informaram contar com serviço de transporte coletivo intramunicipal por ônibus, ou seja, cerca de 31,1% do total nacional. Esse número revela que antes mesmo de se analisar e se atentar para o uso de tecnologias digitais nesses serviços, a existência (ou ausência) do transporte coletivo se configura como um primeiro critério de diferenciação entre os territórios. A seguir apresenta-se em formato de tabela o quantitativo de municípios que declaram possuir transporte coletivo intramunicipal por ônibus, em escala regional, bem como o seu percentual em comparação com o total:

Tabela 1: Levantamento de municípios que declararam possuir transporte coletivo intramunicipal por ônibus, por região geográfica

Região	Municípios com transporte por ônibus	Total de municípios	Participação regional (%)
Norte	96	450	21,3
Nordeste	355	1.794	19,8
Centro-Oeste	77	467	16,5

Região	Municípios com transporte por ônibus	Total de municípios	Participação regional (%)
Sudeste	797	1.668	47,8
Sul	410	1.191	34,4
Brasil	1.735	5.570	31,1

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2025).

Como visto, o percentual regional de municípios que possuem sistema de transporte coletivo por ônibus não atinge metade do total, o que numa primeira análise incita uma busca por informações mais específicas das regiões, mas ainda assim, evidencia a problemática do acesso ao transporte coletivo. De forma representativa, apresenta-se a seguir o panorama de municípios por regiões geográficas que declararam a existência de transporte coletivo por ônibus e a sua relação com o total de municípios, em formato de gráfico.

Entre os 5.570 municípios brasileiros, 255 informaram contar com um Índice de Maturidade Digital Avançado no âmbito do transporte coletivo intramunicipal por ônibus, ou seja, cerca de 5% do total nacional. Analisando no campo da pesquisa, entre os 1.735 municípios que declararam a existência de transporte coletivo por ônibus, o percentual se configura em 14,7%. Esse número revela que a digitalização municipal no transporte coletivo por ônibus ainda é pouco aplicada, onde é necessário o desenvolvimento do caráter gerencial para a análise de aplicabilidade das tecnologias analisadas, considerando que as mesmas são relativamente “simples” de serem implementadas. O comparativo se torna essencial quando a discrepância entre o IMDT e o total de município esbarra na disponibilidade do sistema condicionante.

De forma ilustrativa, apresenta-se a seguir em formato de tabela o quantitativo de municípios que declaram possuir transporte coletivo intramunicipal por ônibus, em escala regional, bem como o seu percentual em comparação com o total.

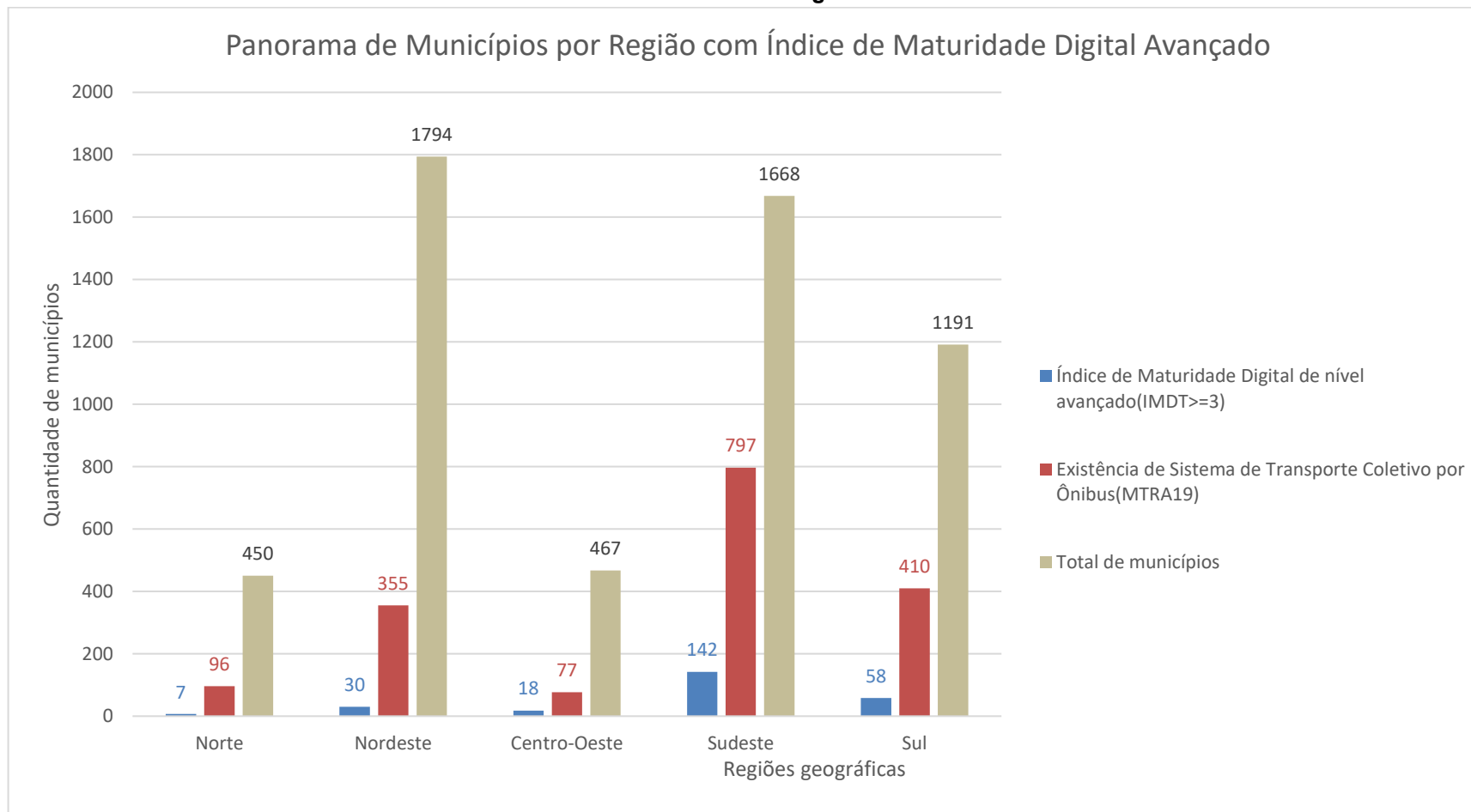
Tabela 2: Levantamento de municípios que possuem Índice de Maturidade Digital no transporte coletivo por ônibus avançado, por região geográfica

Unidades Federativas	IMDT ≥ 3	Municípios com ônibus	Total de municípios	Digitalização pelo total de municípios	Percentual de digitalização condicional
Norte	7	96	450	1,56%	7,3%
Nordeste	30	355	1.794	1,67%	8,5%
Centro-Oeste	18	77	467	3,85%	23,4%
Sudeste	142	797	1.668	8,51%	17,8%
Sul	58	410	1.191	4,87%	14,1%
Brasil	255	1.735	5.570	5%	14,7%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2025)

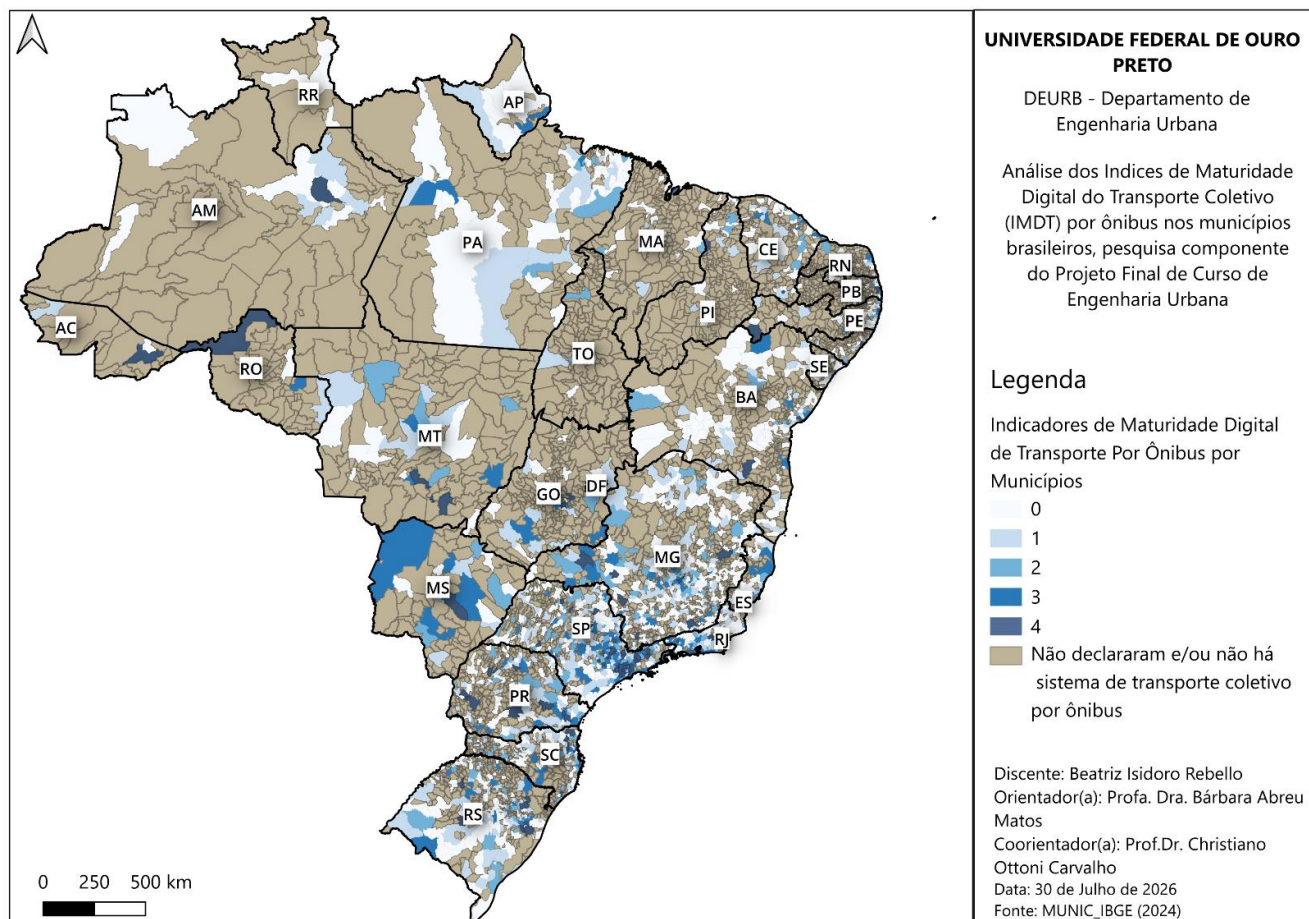
Nessa etapa, apresenta-se, no âmbito das tecnologias aplicadas ao transporte coletivo, um panorama comparativo com o total de municípios que declararam pelo menos 3 das tecnologias, ou seja, que possuem nível elevado de maturidade digital. De forma ilustrativa, apresenta-se em formato de gráfico e mapa coroplético para análise da disparidade digital.

Figura 2: Distribuição dos municípios brasileiros, por região geográfica, segundo a existência de transporte coletivo por ônibus e o nível avançado de maturidade digital.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2025).

Figura 3: Panorama dos municípios que possuem sistema de transporte coletivo por ônibus no Brasil em 2024



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2024)

O território brasileiro é dividido em cinco grandes regiões com contrastes profundos. A Região Norte, dominada pela Floresta Amazônica, apresenta a menor densidade demográfica do país, devido à sua vasta área territorial e baixa população concentrada em pequenos núcleos urbanos; já a Região Nordeste, mais populosa proporcionalmente à sua área, concorda com o padrão nacional de desigualdade.

Em contraposição, Sudeste e Sul concentram a maior parte da riqueza e da população urbana: as regiões Sudeste e Sul possuem as maiores densidades demográficas, uma vez que concentram as principais cidades do país, como São Paulo, Rio de Janeiro, Porto Alegre e Curitiba. Essas regiões são também polos industriais e econômicos. O Centro-Oeste, por sua vez, combina baixa densidade com forte dinamismo do agronegócio, funcionando como fronteira agrícola e elo logístico entre o litoral povoado e o interior amazônico (GOIÂNIA, 2024).

No plano nacional, o IBGE registrou 203.080.756 habitantes em 2022, com densidade demográfica de 23.86 hab/km² (IBGE, 2022) número que reflete um processo de concentração da população em cidades e também, de acordo com a mesma fonte, possui um processo avançado de, já que o processo de urbanização no Brasil teve um impacto profundo na distribuição da população, concentrando a maioria nas cidades e expectativa de vida com a evolução tecnológica. Além disso, destaca-se o intenso movimento migratório da população rural para as zonas adensadas, fenômeno que trouxe diversos desafios urbanos, como a necessidade de planejamento adequado, infraestrutura e serviços para atender à crescente demanda da população.

É justamente nesse contexto de concentração urbana que a mobilidade e o transporte coletivo se tornam centrais. A Lei nº 12.587/2012, que institui a Política Nacional de Mobilidade Urbana, estabelece que a Política Nacional de Mobilidade Urbana é instrumento da política de desenvolvimento urbano de que tratam o inciso XX do art. 21 e o art. 182 da Constituição Federal, objetivando a integração entre os diferentes modos de transporte e a melhoria da acessibilidade e mobilidade das pessoas e cargas no território do município, tendo como objetivo contribuir para o acesso universal à cidade, o fomento e a concretização das condições que contribuam

para a efetivação dos princípios, objetivos e diretrizes da política de desenvolvimento urbano, por meio do planejamento e da gestão democrática do Sistema Nacional de Mobilidade Urbana, priorizando o transporte coletivo, os modos ativos e a redução de desigualdades. Apesar desse marco legal, o setor enfrenta crise operacional: segundo o Anuário da NTU, nos últimos dez anos, houve uma queda de cerca de 45% no número de passageiros transportados, mensalmente, evidenciando o desafio de sustentar financeiramente o transporte público diante da expansão do uso de veículos individuais, sobretudo nas metrópoles do Sudeste e Sul, onde a demanda por deslocamento é maior, e nas regiões Norte e Nordeste, onde a baixa cobertura e a informalidade do transporte agravam o isolamento de populações periféricas e rurais.

Com as figuras acima, pode-se observar que o panorama nacional demonstra diferentes estágios de maturidade digital no transporte coletivo por ônibus entre os municípios brasileiros, indicando que o processo de transformação digital ainda ocorre de forma heterogênea no território nacional, assim como o desenvolvimento da mobilidade urbana.

A análise dos municípios com níveis de digitalização nos permite apontar exemplos de cidades que mais incorporaram tecnologia na gestão e operação do transporte por ônibus e os que menos incorporaram, permitindo compreender os desafios ainda existentes para a implementação de soluções tecnológicas no setor. Cada caso guarda particularidades próprias, mas alguns desses avanços podem servir de modelo para outros municípios.

Ao analisar os níveis de digitalização por região, é possível identificar com mais clareza os padrões e as diferenças na forma como cada uma delas vem incorporando tecnologias de gestão e operação do transporte coletivo por ônibus.

4.1.1 Região Norte

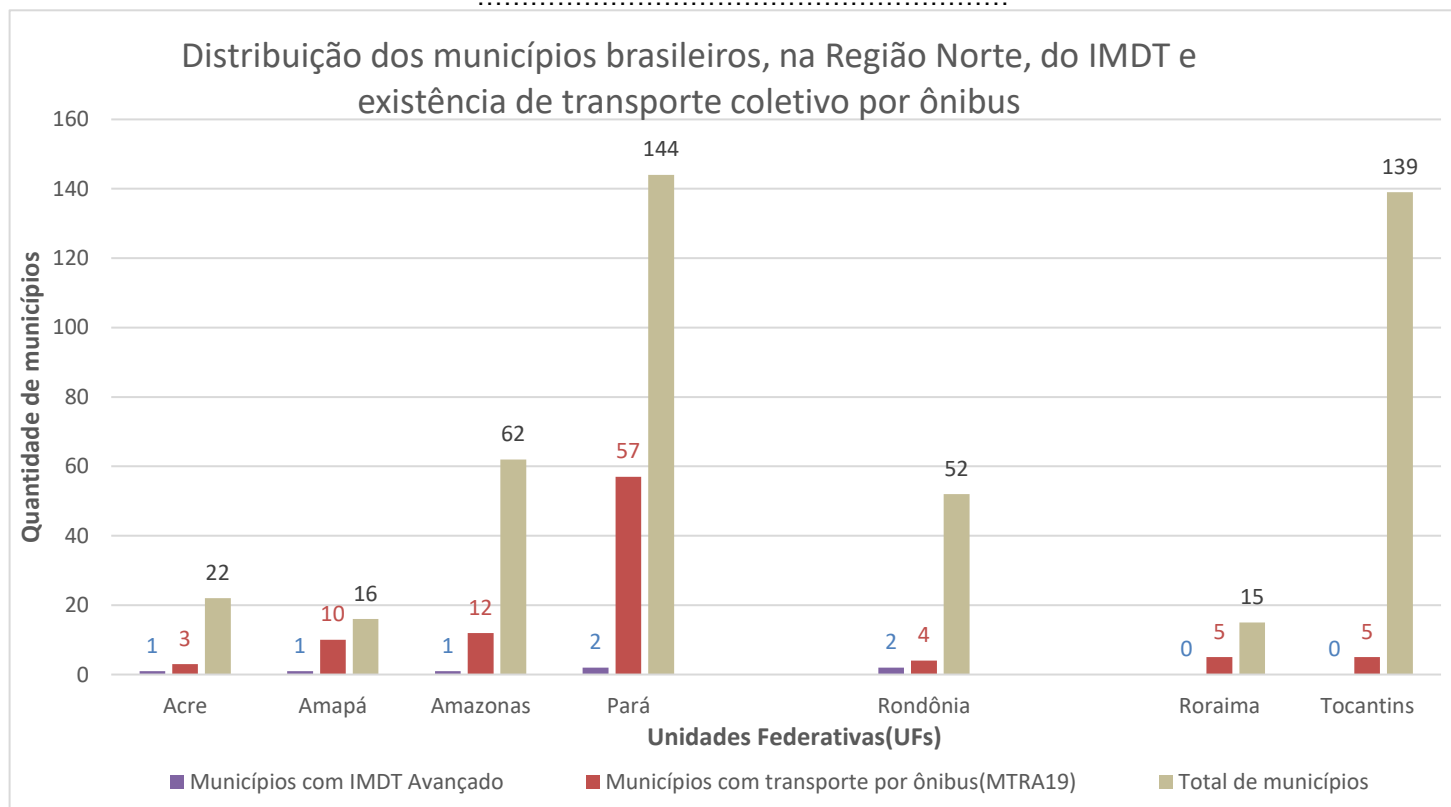
A Região Norte é conhecida por sua geografia fluvial, grandes distâncias horizontais, deslocamento com modais de transportes distinto por conta das características físicas da região, trazendo consigo uma infraestrutura rodoviária

precária e uma menor densidade de linhas de transporte público coletivo. O modo de vida, condições socio-econômicas dos moradores, estilo de vida da população e a preocupação com o desenvolvimento sustentável vêm sendo o foco e prioridade da gestão dos estados que compõe essa região, mas também pensando na mobilidade urbana.

A Região Norte possuía 17.349.619 habitantes em 2022, distribuídos em uma área territorial de aproximadamente 3,85 milhões de km², o que resultava em densidade demográfica de apenas 4,51 hab./km², a menor entre as cinco Grandes Regiões. Além disso, a estrutura produtiva regional combina atividades de serviços e administração pública, extrativismo mineral, indústria de transformação concentrada especialmente no estado do Amazonas, agropecuária e atividades associadas ao aproveitamento de recursos naturais. A grande extensão territorial, a baixa densidade média e a concentração da população em capitais e polos regionais produzem condições muito distintas para a organização dos sistemas urbanos e de transporte (IBGE, 2023; IBGE, 2025).

Entre essas particularidades, a vastidão territorial, a baixa integração viária e a dependência do transporte fluvial em diversos municípios fazem da região um caso à parte na política de mobilidade nacional, exigindo soluções específicas de transporte hidroviário e aéreo regional. Na região Norte, 96 dos 450 municípios declararam possuir transporte coletivo intramunicipal por ônibus, correspondendo a 21,3% do total regional. A seguir apresenta-se a Tabela 3 com o panorama do IMDT por Unidade Federativa na Região Norte, com o número de municípios que registraram o sistema de transporte coletivo por ônibus e o número de municípios que possuem o IMDT avançado.

Figura 4: Distribuição dos municípios brasileiros, na Região Norte, segundo a existência de transporte coletivo por ônibus e o nível avançado de maturidade digital.



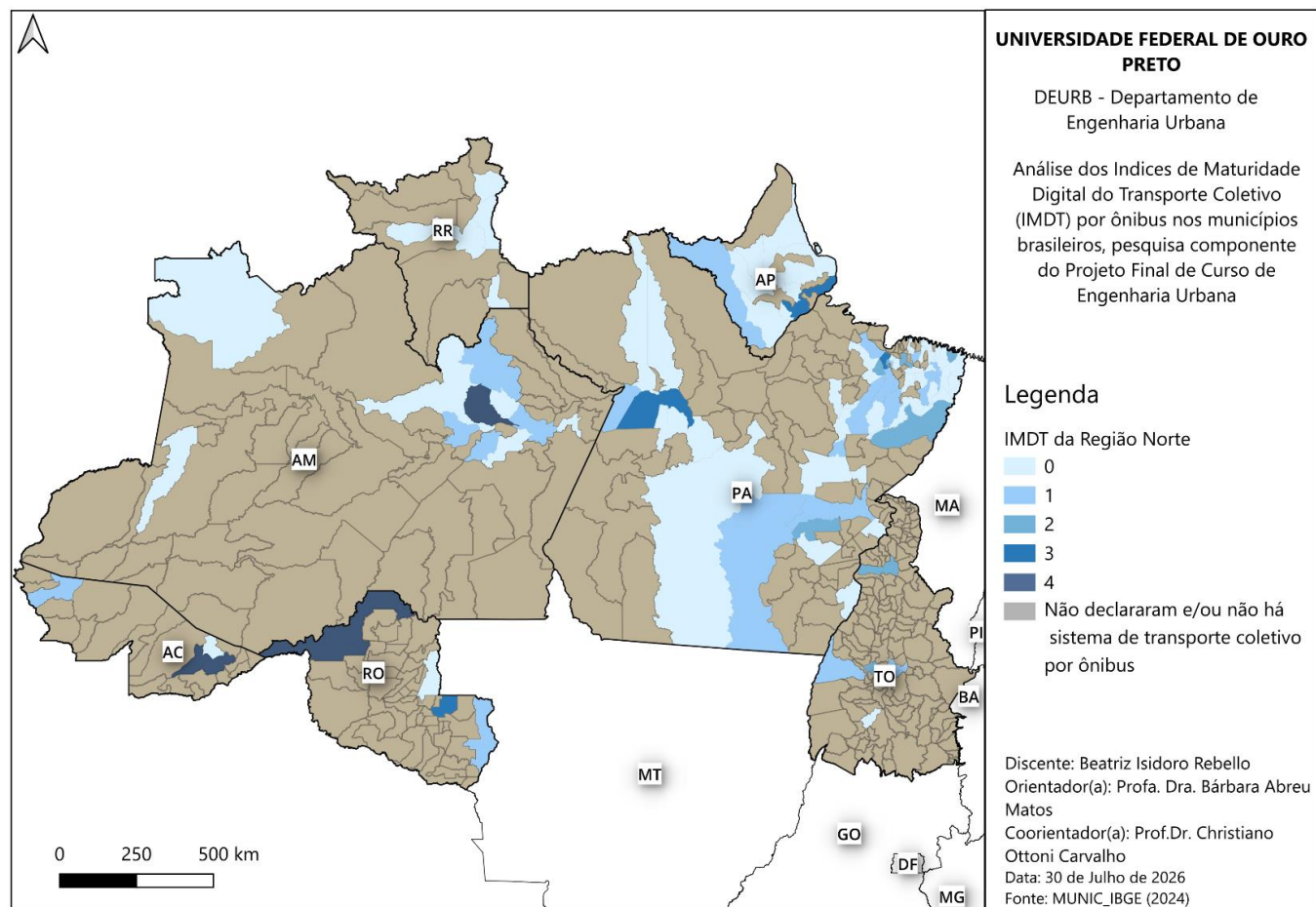
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE(2025)

Tabela 3: Levantamento de municípios com Índices de Maturidade Digital Avançados e o Porte Populacional da Região Norte por Unidade Federativa

Unidades Federativas	Quantitativo de municípios		Total de municípios	MTRA19 (%)	IMDT (%)
	Existência de sistema de transporte por ônibus (MTRA19)	Índice de Maturidade Digital Avançado (IMDT)			
Acre	3	1	22	13,64%	33,33%
Amapá	10	1	16	62,50%	10,00%
Amazonas	12	1	62	19,35%	8,33%
Pará	57	2	144	39,58%	3,51%
Rondônia	4	2	52	7,69%	50,00%
Roraima	5	0	15	33,33%	0,00%
Tocantins	5	0	139	3,60%	0,00%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2025)

Figura 5: Panorama da distribuição espacial do IMDT nos municípios da Região Norte



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2025)

A distribuição do IMDT indica a coexistência de capitais e centros urbanos com maior incorporação tecnológica e um conjunto amplo de municípios sem o serviço analisado ou com poucos recursos digitais declarados. As grandes distâncias, a baixa densidade de parte do território e a presença de outras formas de deslocamento devem ser consideradas na análise, uma vez que os recursos alocados são diretamente relacionados as dinâmicas e particularidades de cada município e região.

Como visto nas figuras e tabelas acima, é evidente a discrepância entre a quantidade de municípios na região norte que possuem sistema de transporte coletivo e ainda mais reduzido o número de municípios que possuem ambas tecnologias analisadas. O maior número de municípios por estado que possuem um nível de digitalização no sistema de transporte coletivo por ônibus é de somente dois municípios, com a grande maioria sem sistema de transporte coletivo por ônibus. Além disso, destaca-se a predominância das capitais como os municípios com os maiores Índices de Maturidade Digital, condizente com a lógica natural observada.

É importante ressaltar que o avanço tecnológico deve ser embasado pelo desenvolvimento sustentável, de forma a não prejudicar a fauna e flora tão características dessa região.

4.1.2 Região Nordeste

Semelhante ao caso da Região Norte, a Região Nordeste possui características de urbanização diferentes, regimes pluviais, clima e temperatura, condições socio-econômicas distintas entre os estados e municípios, bem como as dinâmicas urbanas referente à mobilidade demandam diferentes estratégias na gestão urbana. A Região Nordeste reunia 54.644.582 habitantes em 2022 e apresentava densidade demográfica de 35,21 hab./km² em uma área aproximada de 1,55 milhão de km². Tratava-se da segunda região mais populosa do país, porém com forte heterogeneidade entre capitais, áreas litorâneas densamente ocupadas e extensos territórios interioranos.

A economia da região Nordeste apresenta-se de modo diversificado, com forte presença dos serviços e do comércio, além do turismo, da agropecuária, da indústria de alimentos, dos segmentos têxtil e petroquímico e de atividades produtivas associadas às especificidades de cada estado (IBGE, 2023; IBGE, 2025). Modais de transporte distintos como o uso do modo ativo e aeroportos podem ser destacados, bem como automóveis individuais e vans podem ser destaques, uma vez que é uma das regiões do país em que o fluxo de visitante é expressivo em determinadas épocas do ano.

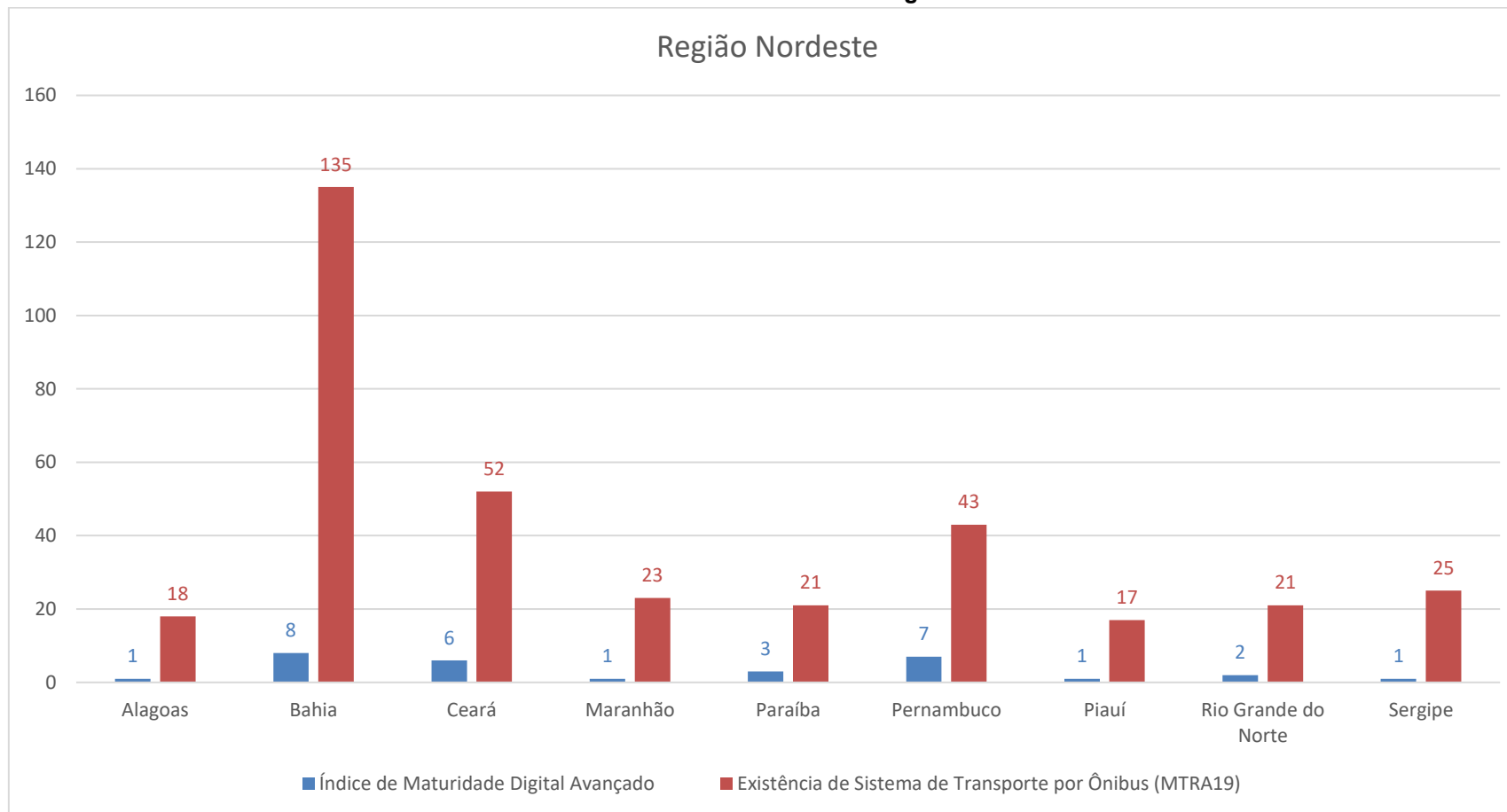
Na região Nordeste, 355 dos 1.794 municípios declararam possuir transporte coletivo intramunicipal por ônibus, o que corresponde a 19,8% do total regional. Os resultados evidenciam heterogeneidade entre estados e municípios, com experiências de maior incorporação tecnológica coexistindo com localidades de baixa adoção. A seguir apresenta-se a Tabela 4 com o panorama do IMDT por Unidade Federativa na Região Nordeste, com o número de municípios que registraram o sistema de transporte coletivo por ônibus e o número de municípios que possuem o IMDT avançado.

Tabela 4: Levantamento dos Índices de Maturidade Digital e Existência de Transporte Coletivo dos municípios da Região Nordeste

Unidades Federativas	Quantitativo de municípios		Total de municípios	MTRA19 (%)	IMDT (%)
	Existência de sistema de transporte por ônibus (MTRA19)	Índice de Maturidade Digital Avançado (IMDT)			
Alagoas	18	1	102	17,6%	5,56%
Bahia	135	8	417	32%	5,93%
Ceará	52	6	184	28%	11,54%
Maranhão	23	1	217	11%	4,35%
Paraíba	21	3	223	9%	14,29%
Pernambuco	43	7	185	23%	16,28%
Piauí	17	1	224	8%	5,88%
Rio Grande do Norte	21	2	167	13%	9,52%
Sergipe	25	1	75	33%	4,00%

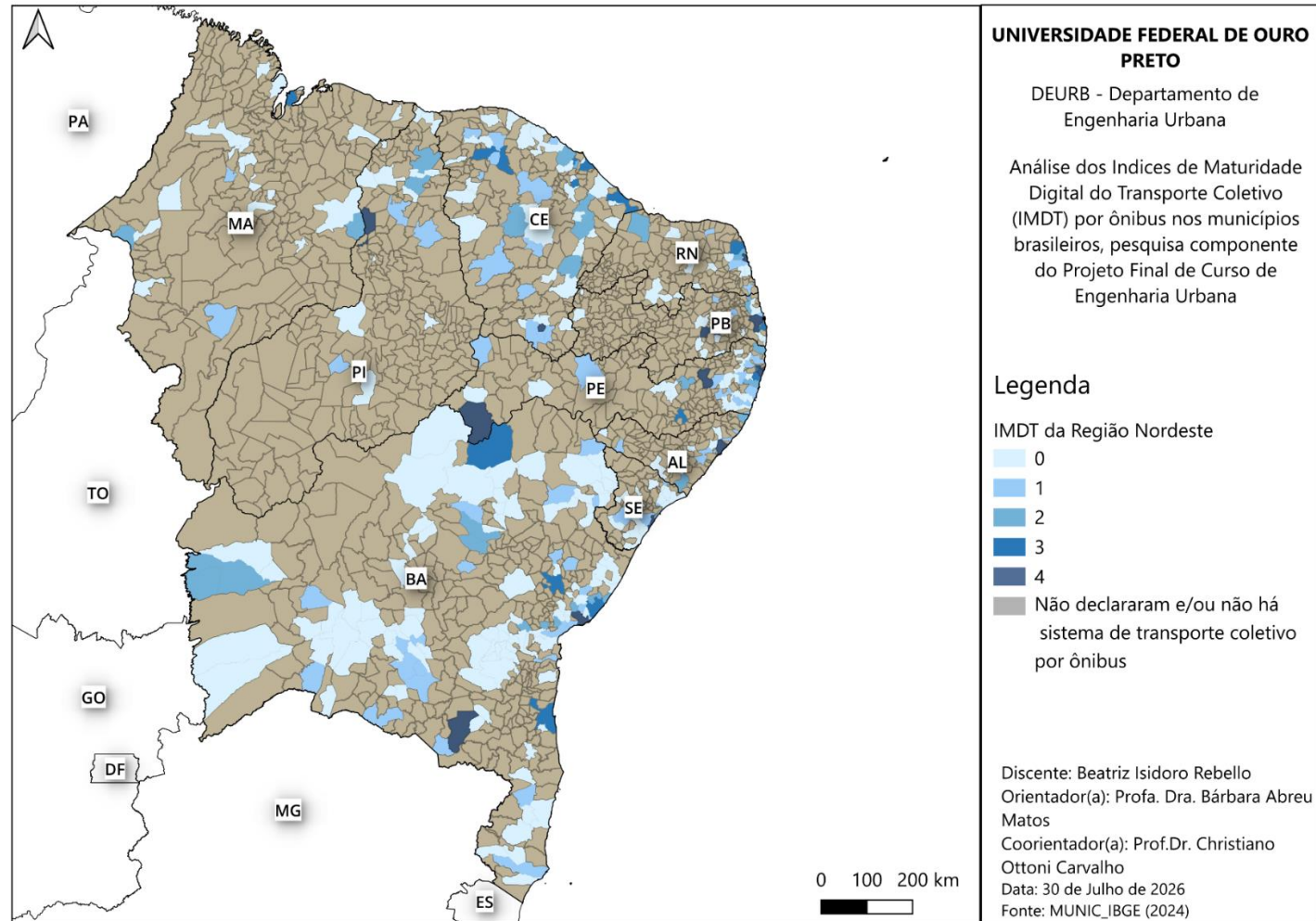
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE(2025)

Figura 6: Distribuição dos municípios brasileiros, na Região Nordeste, segundo a existência de transporte coletivo por ônibus e o nível avançado de maturidade digital.



Fonte: Elaboração própria a partir do IBGE (2025)

Figura 7: Panorama dos municípios que possuem sistema de transporte coletivo por ônibus no Brasil em 2024



Fonte: Elaboração própria a partir do IBGE (2025)

A combinação entre elevada população, grande número de municípios de pequeno porte, menores níveis médios de renda e diferentes graus de concentração urbana faz com que a oferta e a modernização do transporte coletivo ocorram de maneira desigual. Nesse contexto, a acessibilidade tarifária, a capacidade fiscal municipal, a integração entre municípios e a adequação da oferta à demanda constituem elementos fundamentais para interpretar os indicadores tecnológicos, sem que se atribua aos fatores socioeconômicos uma relação causal que não tenha sido diretamente testada (IBGE, 2025).

De acordo com VIDAL et al.(2026, p. 215), é confirmado neste documento que a “falta de investimentos em tecnologia e inovação impede avanços na modernização da frota, na digitalização dos serviços e na implementação de políticas de integração modal e de sustentabilidade”. Com isso, pode-se observar que grande parte dos municípios da região nordeste não possui sistema de transporte coletivo por ônibus, muito menos um nível avançado de digitalização municipal na esfera pública, ou seja, o acesso ao serviço público essencial deve ser garantida e priorizada.

4.1.3 Região Centro-Oeste

A Região Centro-Oeste possuía 16.287.809 habitantes em 2022, distribuídos em cerca de 1,61 milhão de km², com densidade demográfica de 10,14 hab./km². Apesar de apresentar a menor população entre as Grandes Regiões, registrou a maior taxa média de crescimento populacional no período de 2010 a 2022.

A economia regional é fortemente associada à agropecuária, à agroindústria e à logística de escoamento da produção, combinadas com atividades de serviços e administração pública, particularmente relevantes no Distrito Federal, além de comércio e indústria de transformação nos principais polos urbanos (IBGE, 2023; IBGE, 2025c; IBGE, 2025d).

A região Centro-Oeste apresenta 77 municípios com transporte coletivo por ônibus entre os 467 municípios que compõem a região, o que representa uma

participação de 16,5%. Em contrapartida, os resultados evidenciam a presença de municípios com níveis elevados do índice nos diferentes entes federativos da região, em destaque o Distrito Federal requer tratamento analítico específico, uma vez que sua estrutura político-administrativa e sua escala de operação não são diretamente equiparáveis às de municípios de pequeno e médio porte, por suas características socio-econômicas e seus subsídios, dinâmicas urbanas, mobilidade e demais particularidades da capital brasileira.

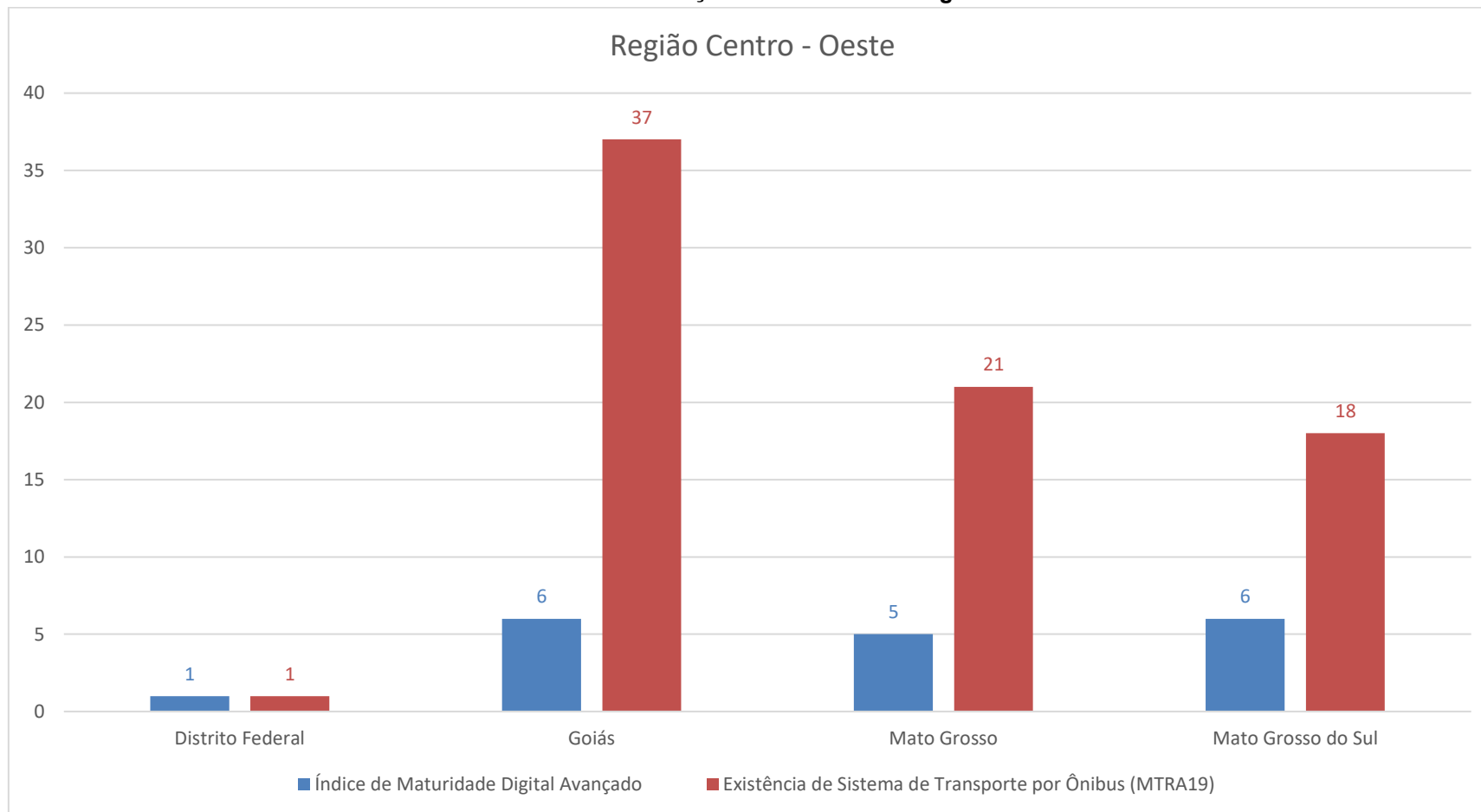
A seguir apresenta-se a Tabela 5 com o panorama do IMDT por Unidade Federativa na Região Centro-Oeste, com o número de municípios que registraram o sistema de transporte coletivo por ônibus e o número de municípios que possuem o IMDT avançado.

Tabela 5: Levantamento dos Índices de Maturidade Digital e Existência de Transporte Coletivo dos municípios da Região Centro-Oeste

Unidades Federativas	Quantitativo de municípios		Total de municípios	MTRA19 (%)	IMDT (%)
	Existência de sistema de transporte por ônibus (MTRA19)	Índice de Maturidade Digital Avançado (IMDT)			
Distrito Federal	1	1	1	100,0%	100,00%
Goiás	37	6	246	15%	16,22%
Mato Grosso	21	5	141	15%	23,81%
Mato Grosso do Sul	18	6	79	23%	33,33%

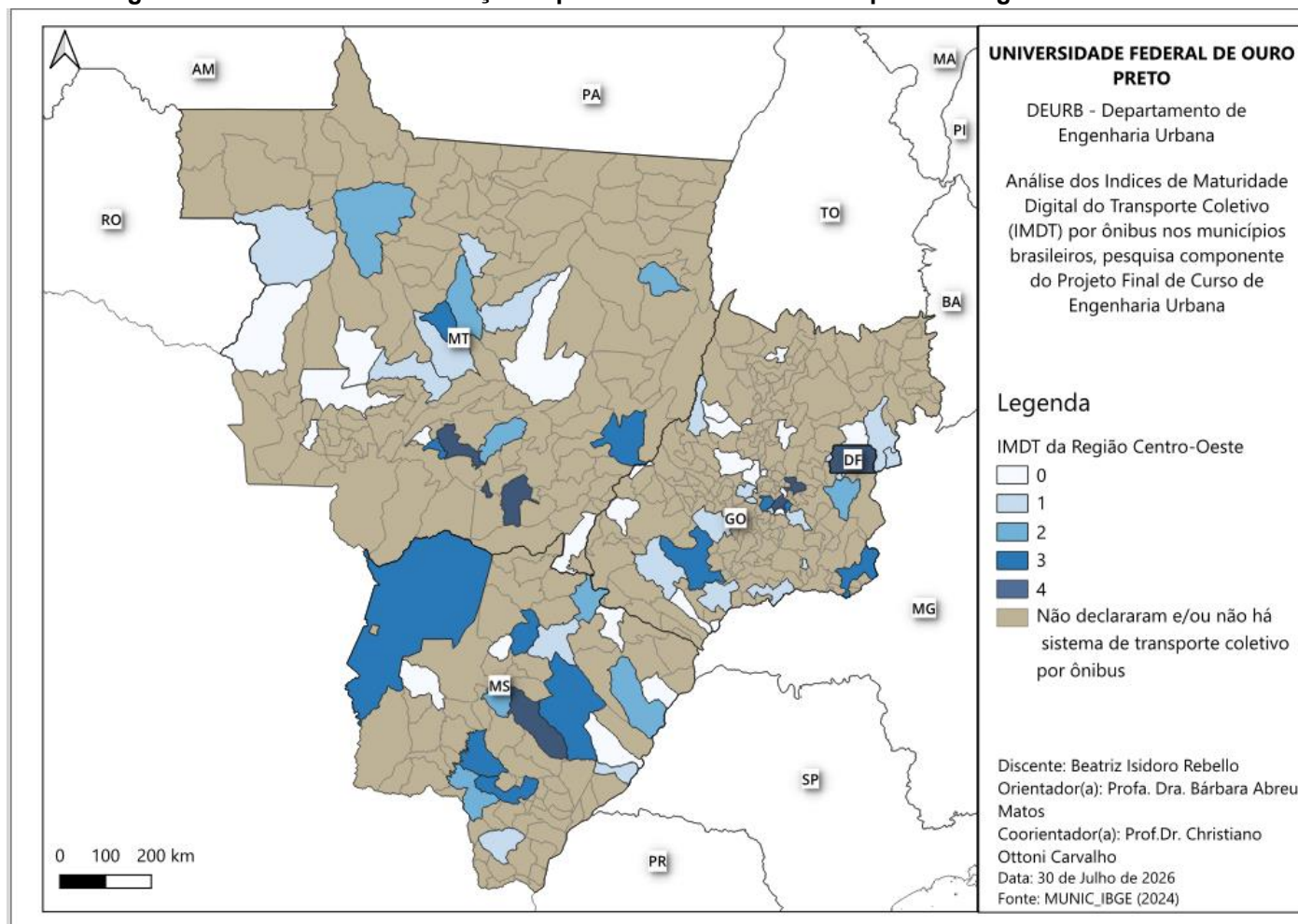
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE(2025)

Figura 8: Distribuição dos municípios brasileiros, na Região Centro-Oeste, segundo a existência de transporte coletivo por ônibus e o nível avançado de maturidade digital.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2025)

Figura 9: Panorama da distribuição espacial do IMDT nos municípios da Região Centro-Oeste



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2024)

A Região Centro-Oeste possui características particulares no que tange à gestão urbana da mesma e possui número condizentes com o panorama brasileiro. O planejamento urbano de Brasília, capital projetada e tombada pela UNESCO do Distrito Federal, também é uma singularidade nacional, com forte separação funcional entre zonas residenciais, administrativas e de circulação, o que impõe desafios específicos de mobilidade em uma cidade concebida para o automóvel. Do ponto de vista da maturidade digital, o Distrito Federal não só possui a condicionante de análise, mas ainda todas as tecnologias analisadas, ou seja, é a região que possui o registro de 100% de digitalização no transporte coletivo por ônibus. É importante destacar que este dado não pode ser utilizado em um modelo comparativo com as demais regiões, uma vez que possui essa particularidade.

A baixa densidade territorial média, a concentração da população em capitais e polos regionais e a expansão urbana apoiada no transporte individual ajudam a contextualizar a menor disseminação municipal do serviço (IBGE, 2025).

Com as representações acima, pode-se observar que ainda que possuem um grande número de municípios que possuem sistema de transporte coletivo e a presença de Índices de Maturidade Digital ao longo da região, ainda assim, destaca-se o número inferior de um IMDT avançado, mas ainda apresenta a maior proporção de municípios avançados entre os elegíveis. Esse resultado exige cautela por causa do tamanho reduzido do universo regional, da presença do Distrito Federal e das diferenças institucionais entre o Distrito Federal e municípios.

4.1.4 Região Sudeste

A Região Sudeste concentrava 84.847.187 habitantes em 2022, correspondendo ao maior contingente populacional entre as Grandes Regiões. Em uma área de aproximadamente 924,6 mil km², apresentava densidade demográfica de 91,77 hab./km², a mais elevada do país (IBGE, 2022).

A Região Sudeste se diferencia disparadamente das outras regiões pela sua urbanização intensiva, alta densidade populacional, conurbação (metrópoles

interligadas) e grandes congestionamentos. Essa região é conhecida pelas dinâmicas intensas e infraestruturas sobrecarregadas, com grandes números de veículos em circulação e o transporte coletivo em avanço, uma vez que diversos estudos vem sendo feitos para minimizar os grandes problemas da gestão urbana das grandes metrópoles, a mobilidade urbana.

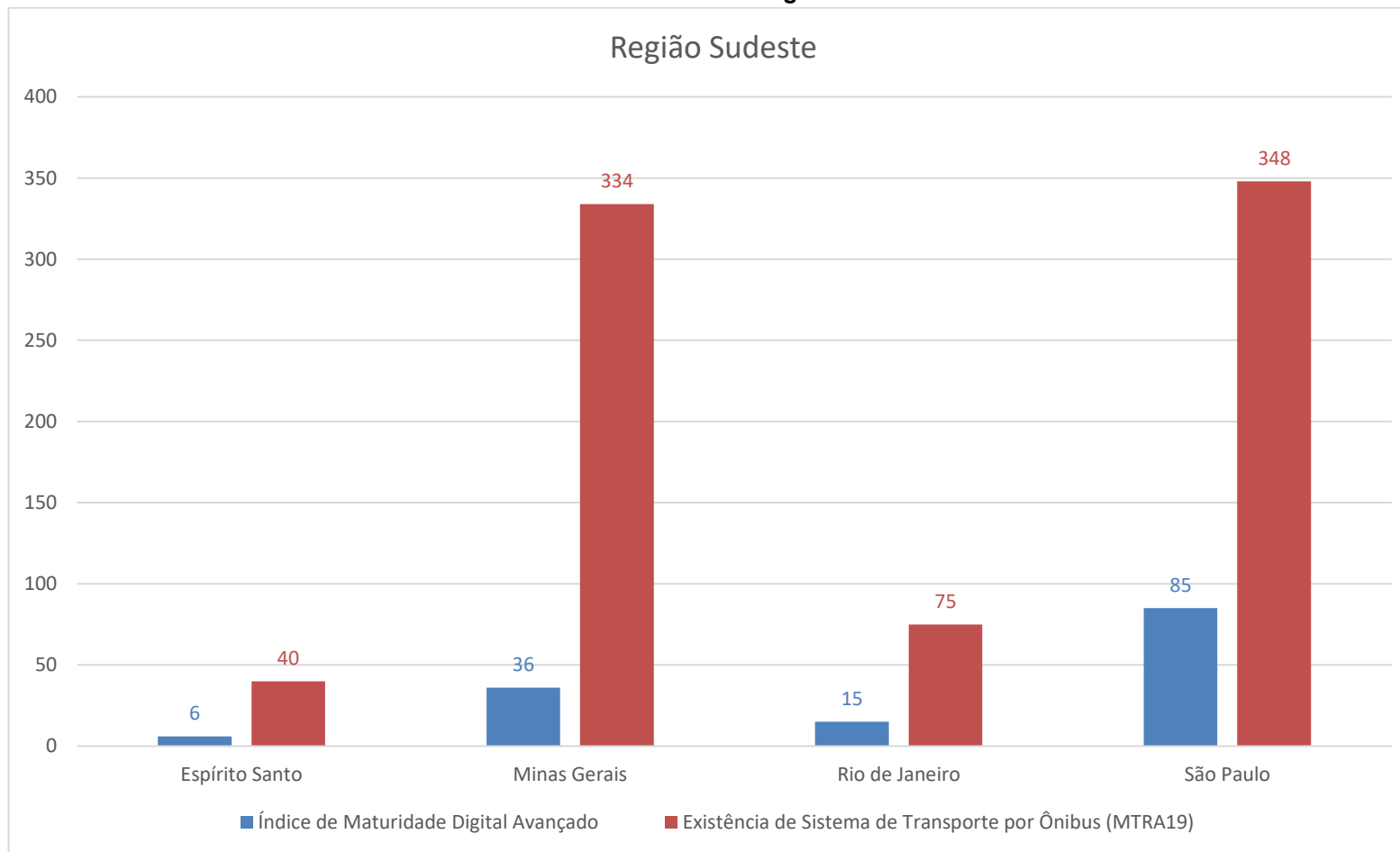
O Sudeste concentra 797 municípios com transporte coletivo por ônibus, correspondendo a 47,8% dos municípios da região. Trata-se da maior participação regional observada, uma vez que a região também concentra, em números absolutos, maior quantidade de municípios com índices intermediários e avançados. A seguir apresenta-se a Tabela 6 com o panorama do IMDT por Unidade Federativa na Região Sudeste, com o número de municípios que registraram o sistema de transporte coletivo por ônibus e o número de municípios que possuem o IMDT avançado.

Tabela 6: Levantamento dos Índices de Maturidade Digital e Existência de Transporte Coletivo dos municípios da Região Sudeste

Unidades Federativas	Quantitativo de municípios		Total de municípios	MTRA19 (%)	IMDT (%)
	Existência de sistema de transporte por ônibus (MTRA19)	Índice de Maturidade Digital Avançado (IMDT)			
Espírito Santo	40	6	78	51,3%	15,00%
Minas Gerais	334	36	853	39%	10,78%
Rio de Janeiro	75	15	92	82%	20,00%
São Paulo	348	85	645	54%	24,43%

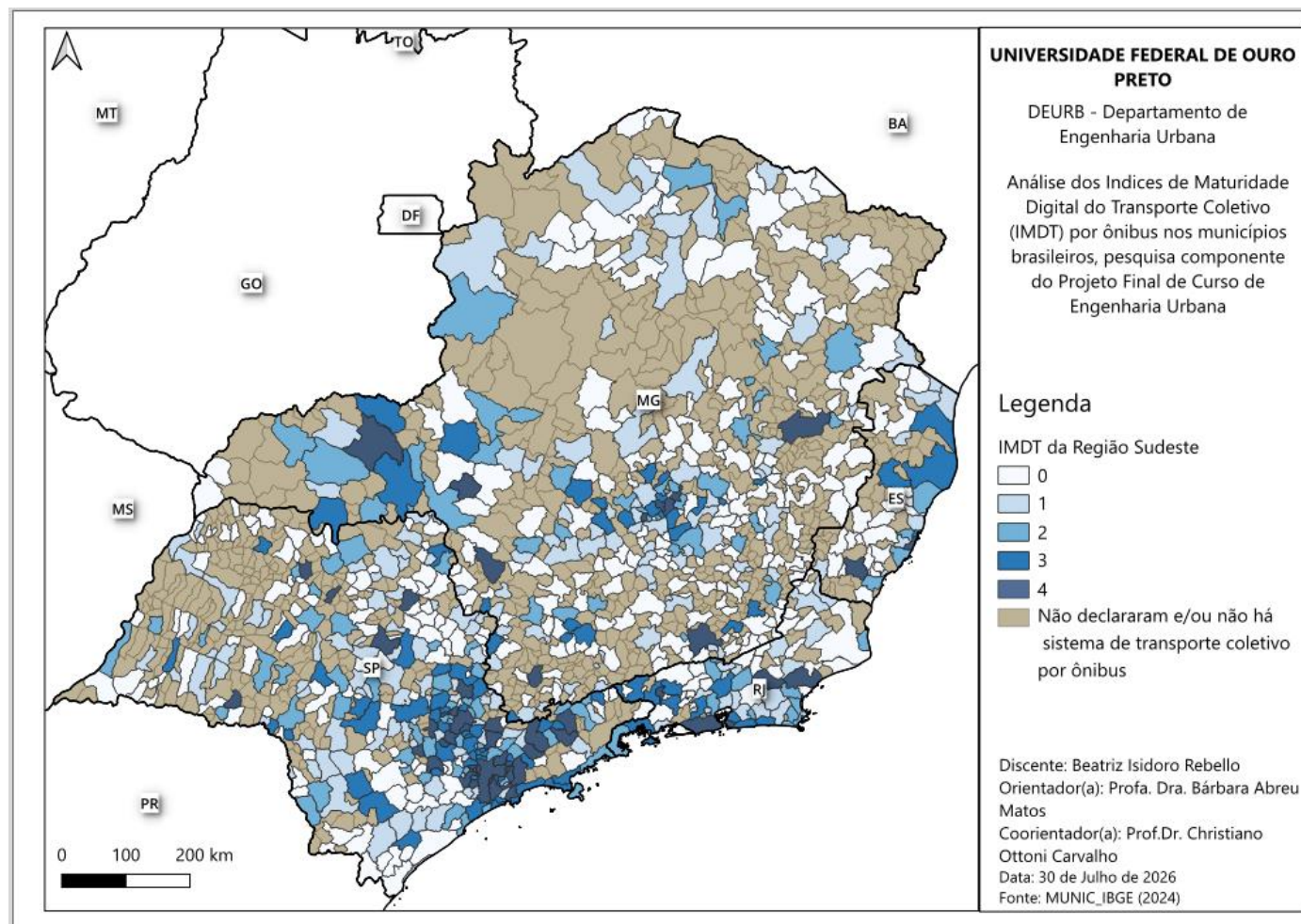
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2025)

Figura 10: Distribuição dos municípios brasileiros, na Região Sudeste, segundo a existência de transporte coletivo por ônibus e o nível avançado de maturidade digital.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2024)

Figura 11: Panorama da distribuição espacial do IMDT nos municípios da Região Sudeste



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2025)

A elevada densidade populacional, a concentração de empregos e serviços e a intensidade dos deslocamentos metropolitanos favorecem a formação de redes de maior escala e frequência, mas também ampliam problemas como congestionamentos, sobreposição de linhas e necessidade de integração tarifária e operacional. Por essa razão, a maior presença do serviço não deve ser confundida com homogeneidade tecnológica, sendo necessário comparar os municípios por porte e pelas proporções de adoção das tecnologias avaliadas (IBGE, 2025).

A concentração de grandes aglomerações urbanas, estruturas regulatórias, operadores consolidados e sistemas de maior escala podem favorecer a adoção tecnológica. Entretanto, a presença de municípios com baixos valores do índice demonstra que a localização em uma região economicamente dinâmica não garante, por si só, a transformação digital. As capacidades municipais permanecem desiguais dentro da própria região. (Bezerra, 2021; Weiss, 2019).

4.1.5 Região Sul

A Região Sul possuía 29.933.315 habitantes em 2022, distribuídos em aproximadamente 576,7 mil km², com densidade demográfica de 51,90 hab./km². A economia regional reúne agropecuária de elevada produtividade, agroindústria, indústria de transformação, comércio, logística e serviços, com uma rede urbana formada por capitais, regiões metropolitanas e numerosos municípios de porte intermediário (IBGE, 2023; IBGE, 2025).

A região Sul possui, apesar do pequeno número de unidades federativas, semelhanças com a região sudeste quanto à urbanização e desenvolvimento, mas principalmente no viés econômico. É uma região que possui investimentos em infraestrutura e serviços públicos, com desenvolvimento tecnológico e estudos sendo desenvolvidos nos mais diversos nichos, mas principalmente no âmbito tecnológico.

Destaca a capital Curitiba, sendo um exemplo de cidade inteligente em diversos estudos sobre o conceito, com integração multimodal, tecnologias aplicadas ao transporte coletivo, sendo esta capital com o Índice de Maturidade Digital Avançado,

com todas as tecnologias declaradas.

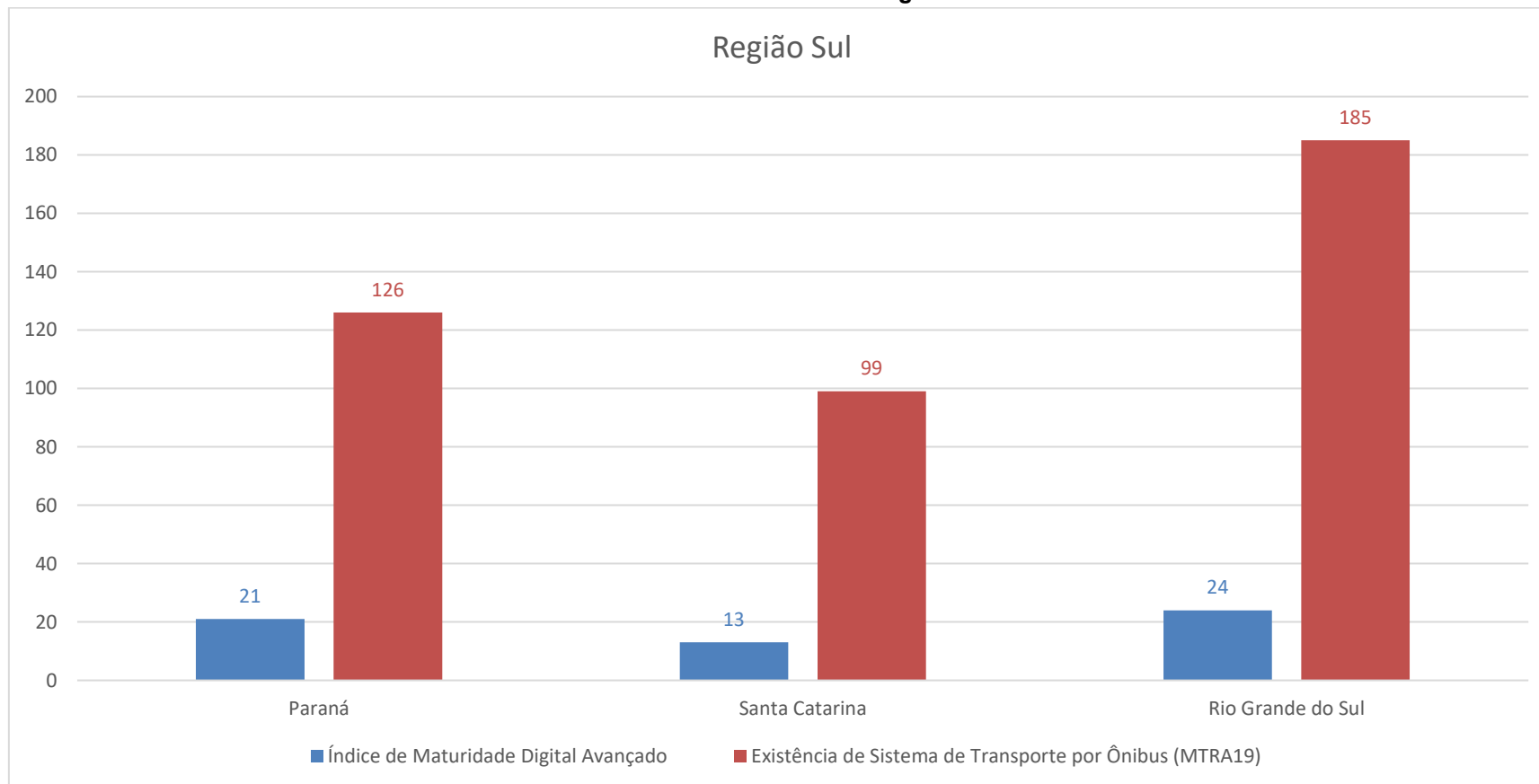
Na região, 410 dos 1.191 municípios declararam possuir transporte coletivo intramunicipal por ônibus, representando 34,4% do total regional. Os resultados indicam participação relevante do serviço e presença de municípios em diferentes classes do IMDT. A seguir apresenta-se a Tabela 7 com o panorama do IMDT por Unidade Federativa na Região Sul, com o número de municípios que registraram o sistema de transporte coletivo por ônibus e o número de municípios que possuem o IMDT avançado.

Tabela 7: Levantamento dos Índices de Maturidade Digital e Existência de Transporte Coletivo dos municípios da Região Sul

Unidades Federativas	Quantitativo de municípios		Total de municípios	MTRA19 (%)	IMDT (%)
	Existência de sistema de transporte por ônibus (MTRA19)	Índice de Maturidade Digital Avançado (IMDT)			
Paraná	126	21	399	31,6%	16,67%
Santa Catarina	99	13	295	33,6%	13,13%
Rio Grande do Sul	185	24	497	37,2%	12,97%

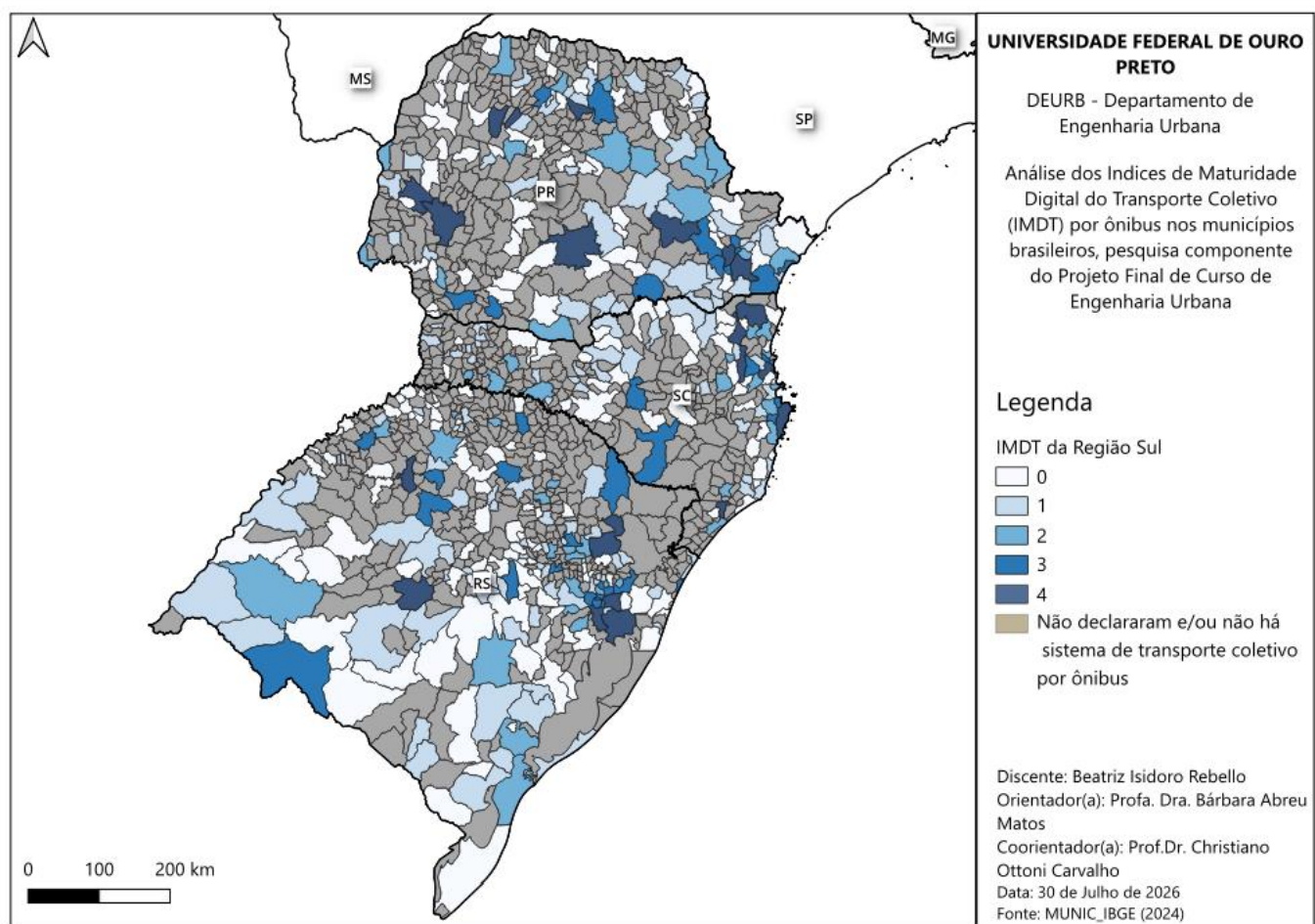
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE (2025)

Figura 12: Distribuição dos municípios brasileiros, na Região Sul, segundo a existência de transporte coletivo por ônibus e o nível avançado de maturidade digital.



Fonte: Elaboração própria com base em dados do IBGE (2025)

Figura 13: Panorama dos municípios que possuem sistema de transporte coletivo por ônibus na Região Sul em 2024



Fonte: Elaboração própria a partir de dados IBGE(2025)

A leitura dos gráficos e dos mapas evidencia que o processo de digitalização não ocorre de maneira homogênea. A existência de municípios com índices elevados em regiões de menor participação relativa do serviço demonstra que a desigualdade observada não pode ser explicada exclusivamente pelo fator macrorregional. Porte populacional, capacidade fiscal, modelo de contratação, estrutura administrativa, pertencimento a região metropolitana e escala da operação constituem fatores potencialmente associados aos resultados encontrados. Uma vez que essas variáveis não integram diretamente a composição do IMDT, elas são apresentadas como hipóteses a serem exploradas em pesquisas e cruzamentos futuros.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De forma geral, os resultados evidenciam que a modernização da gestão e operação do transporte coletivo por ônibus ainda ocorre de maneira desigual entre os municípios brasileiros. Enquanto algumas localidades apresentam níveis mais avançados de maturidade digital, outras ainda enfrentam limitações estruturais e institucionais para a adoção de tecnologias capazes de aumentar a eficiência e a qualidade dos serviços prestados à população.

Enquanto os estados da região sudeste apresentam maiores números de municípios que possuem ambas as tecnologias quanto ao seu nível de desenvolvimento socioeconômico, com nível intermediário de digitalização, os municípios e estados da região Norte, Nordeste e Centro-oeste ainda apresentam indicadores inferiores, ou seja, nível básico de digitalização. Pode-se compreender que esses níveis podem ser explicados pelas características dos sistemas urbanos e itens de priorização quanto a gestão municipal dos mesmos, tendo em vista índices de desigualdade, fome, tamanho e atividades econômicas de tais regiões, excluindo as exceções que são observadas.

O conceito de cidades inteligentes pode ser um importante aliado no gerenciamento e resolução de problemáticas estas que impactam e atuam como

barreira no desenvolvimento das regiões, principalmente no atendimento às necessidades de locomoção e acessibilidade da população, especificamente o transporte público por ônibus.

A leitura dos gráficos e dos mapas evidencia que o processo de digitalização não ocorre de maneira homogênea. A existência de municípios com índices elevados em regiões de menor participação relativa do serviço demonstra que a desigualdade observada não pode ser explicada exclusivamente pelo fator macrorregional. Porte populacional, capacidade fiscal, modelo de contratação, estrutura administrativa, pertencimento a região metropolitana e escala da operação constituem fatores potencialmente associados aos resultados encontrados. Uma vez que essas variáveis não integram diretamente a composição do IMDT, elas são apresentadas como hipóteses a serem exploradas em pesquisas e cruzamentos futuros.

Como toda pesquisa, há limitação de análise que devem ser consideradas, como o fato das informações da MUNIC (IBGE, 2025) serem autodeclaradas pelas administrações municipais, ou seja a análise não constitui auditoria dos sistemas efetivamente implantados. Além disso, as variáveis utilizadas são de natureza binária e registram somente a existência das tecnologias, não a sua qualidade, operação e eficiência, uma vez que a soma simples atribui peso equivalente às quatro tecnologias consideradas. Essa opção metodológica facilita a reprodutibilidade e a comunicação do índice, mas não implica que bilhetagem eletrônica, GPS, Centros de Controle Operacional e prioridade semaforica apresentem complexidade ou impacto equivalentes entre si. O IMDT, portanto, não deve ser utilizado isoladamente como instrumento de ranqueamento da qualidade dos sistemas de transporte por análise.

A discussão sobre os níveis observados nas diferentes regiões geográficas pode estar relacionada a fatores como capacidade institucional, disponibilidade de recursos, escala operacional e continuidade das políticas públicas implementadas. Embora a integração multimodal e tecnológica favoreça o gerenciamento dos diversos modos de transporte nas unidades federativas, a acessibilidade deve ser tratada como elemento prioritário. Nesse contexto, o acesso à informação, o tratamento adequado de dados, o monitoramento contínuo e o controle dos serviços públicos constituem a

base para uma gestão urbana mais eficiente, integrada e atenta às particularidades territoriais e às necessidades da população.

6 REFERÊNCIAS

ALVIM, Angélica Tanus Benatti; IZAGA, Fabiana Generoso de; CLAPS, Rosanna Forray. Mobilidade urbana em perspectiva: novos olhares sobre as dinâmicas da cidade contemporânea. Cadernos Metrópole, v. 26, n. 60, p. 413-421, 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). ABNT NBR 9050:2020 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. 4. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 03 ago. 2020. Disponível em: <https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/391/2020/08/ABNT-NBR-9050-.pdf>. Acesso em: 4 ago. 2025.

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (BNDES). Estudo Nacional de Mobilidade Urbana (ENMU). Rio de Janeiro: BNDES, [2024]. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/pesquisaedados/est> Acesso em: 9 jul. 2026.

BECKER, Jörg; KNACKSTEDT, Ralf; PÖPPELBUß, Jens. Developing maturity models for IT management: A procedure model and its application. Business & Information Systems Engineering, v. 1, n. 3, p. 213-222, 2009.

BEZERRA, Alessandro de Souza. Índice de digitalização dos municípios brasileiros. 2021. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, 2021.

BORGES, Fábio de Souza Pereira. Modelo inteligente de controle adaptativo de tráfego urbano. 2022.

BPS. Sistemas Inteligentes de Transporte: conceitos, aplicações e tecnologias. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE REDES DE COMPUTADORES E SISTEMAS DISTRIBUÍDOS (SBRC), minicurso, 2017. Disponível em: <https://bps90.github.io/assets/files/2017-05-15-sbrc-minicurso-its.pdf>. Acesso em: 19 maio 2026.

BRAGA JÚNIOR, Sérgio Alexandre de Moraes; AZEVEDO, Bernardo Luiz Costa de. Inclusão social e acessibilidade no transporte público em cidades inteligentes: a

hermenêutica sociológica como ferramenta de interpretação normativa. Veredas do Direito, Belo Horizonte, v. 23, n. 8, e236664, 2026. Disponível em: <https://revista.domhelder.edu.br/index.php/veredas/article/view/6664>

BRASIL. Lei n. 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana; revoga dispositivos de decretos e leis da CLT e dá outras providências. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, 4 jan. 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm. Acesso em: 4 ago. 2025.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Estatuto da Cidade. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 11 jul. 2001. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm. Acesso em: 13 ago. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação; Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão. SIMEC – Sistema Integrado de Planejamento, Orçamento e Finanças. Disponível em: <https://softwarepublico.gov.br/social/simec>. Acesso em: 8 ago. 2025.

CUNHA, F. et al. Sistemas de transporte inteligentes: Conceitos, aplicações desafios. Livro de Minicursos do Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos (SBRC'17), p. 59-103, 2017.

DE OLIVEIRA, Fabrício Leal. ST5-903 ELABORAÇÃO E APROVAÇÃO DE PLANOS DIRETORES BRASILEIROS NO SÉCULO XXI. Anais ENANPUR, v. 15, n. 1, 2013.

DE PATENTES, DIRETORIA; DE, PROGRAMAS DE COMPUTADOR E TOPOGRAFIAS; INTEGRADOS–DIRPA, CIRCUITOS. O controle de tráfego em cidades inteligentes: um panorama dos depósitos de patente no Brasil e no Mundo, 2020.

DOS DEPUTADOS, Câmara. Cidades inteligentes: uma abordagem humana e sustentável. Edições Câmara, 2021.

DOS SANTOS, Raniely Martins; VASCONCELOS, Rafael Oliveira. A atuação dos

sistemas de transportes inteligentes no transporte público via ônibus impulsionado pelo 5G. 2024.

DUARTE, Guilherme et al. Semáforo inteligente. 2023.

EL-BASHA, Mona Saleh. Urban interventions in historic districts as an approach to upgrade the local communities. *HBRC Journal*, v. 17, n. 1, p. 329-364, 2021.

FERNANDES, Maíra. Entraves do planejamento urbano no Brasil: dos planos de desenvolvimento integrado à fragmentação das políticas urbanas na RMSP. 2013. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, 2013.

FITZGERALD, Michael et al. Embracing digital technology: a new strategic imperative. *MIT Sloan Management Review*, v. 55, n. 2, p. 1, 2014.

FONSECA FILHO, Ricardo Eustáquio; SANTOS, Bárbara Honório dos; CASTRO, Paulo de Tarso Amorim. Proposta de roteiro geoturístico urbano no centro histórico de Ouro Preto (MG). *Caderno de Geografia (PUC Minas)*, v. 31, n. 65, p. 586-603, 2021.

FORTES, Melissa Belato; GIACAGLIA, Marcelo Eduardo; DUARTE, Denise Helena Silva. Tecnologias disruptivas em mobilidade construindo novas oportunidades para planejamento e projeto urbano. *ARACÊ*, v. 7, n. 4, p. 18409-18436, 2025.

FREITAS, Christian Rezende et al. Tecnologias de geoinformação no planejamento territorial: novas formas de produção, compartilhamento e uso de dados espaciais. 2020.

FREITAS, Julia Lopes de Oliveira. Modelagem de processos para a gestão inteligente das informações no controle centralizado do tráfego. 2014.

FU, Jian-Ming et al. Sustainable historic districts: vitality analysis and optimization based on space syntax. *Buildings*, v. 15, n. 5, p. 657, 2025.

GARCEZ, Gabriela Soldano; BONAVIDES, Renata Soares. Smart Cities e o Objetivo 11 da Agenda 2030: o uso de novas tecnologias nos instrumentos brasileiros de política urbana em prol da sustentabilidade. In: VEIGA, Fábio da Silva; AMORIM, José

de Campos; AZEVEDO, Patrícia Anjos (org.). *Desafios do Legaltech*. Porto: Iberojur / Instituto Superior de Contabilidade e Administração do Porto, 2020. v. 1, p. 44-53. Disponível em: https://renatadomingues.com.br/wp-content/uploads/2023/07/Advocacia-4.0-e-a-necessidade-de-formacao-e-capacitacao-para-desenvolvimento-das-soft-skills_Desafios_do_legaltech.pdf. Acesso em: 17 ago. 2025.

GOIÂNIA. Secretaria Municipal de Educação. *Geografia: a urbanização do Brasil e a relação com a densidade demográfica*. Goiânia: Conexão Escola, 2024. Disponível em: https://sme.goiania.go.gov.br/conexaoescola/ensino_fundamental/geografia-a-urbanizacao-do-brasil-ea-relacao-com-a-densidade-demografica/.

GOMES, Hellen Carolina Teixeira. *Entre o caos e o labirinto: um estudo sobre a mobilidade urbana na cidade histórica de Ouro Preto/Minas Gerais*. 2024.

GUO, Chen et al. A systematic framework for the complex system engineering of city data governance. *Urban Informatics*, v. 1, n. 1, p. 14, 2022.

HALLMANN, Henrique Vieira. *Comparação entre softwares simuladores de trânsito*. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Panorama do Censo 2022*. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/index.html?localidade=BR>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Sistema de Contas Regionais: Brasil 2023*. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9054-contas-regionais-do-brasil.html>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Pesquisa de Informações Básicas Municipais: MUNIC 2024*. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/educacao/10586-pesquisa-de-informacoes-basicas-municipais.html?edicao=44877>

IOSSIFOVA, Deljana; DOLL, Christopher NH; GASPARATOS, Alexandros. Defining the urban. Taylor & Francis, 2017.

KON, Fabio; SANTANA, Eduardo Felipe Zambom. Cidades inteligentes: tecnologias, aplicações, iniciativas e desafios. Jornadas de Atualização em Informática 2016, 2016.

KUČERA, Tomáš; CHOCHOLÁČ, Jan. Design of the city logistics simulation model using PTV VISSIM software. Transportation Research Procedia, v. 53, p. 258-265, 2021.

LANES, Tiago Kirsch et al. Integração entre simuladores de tráfego e de direção em estudos de car-following para desenvolvimento de sistemas inteligentes de transportes (ITS). In: Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET (36.: 2022: Fortaleza). Anais [recurso eletrônico]. Rio de Janeiro: ANPET, 2022.

LAURIANO, William. Gentrificação da cidade modernista: Brasília. Cadernos Metrópole, v. 17, n. 33, p. 155-178, 2015.

LEME, Taciana Neto. Governança ambiental no nível municipal. 2016.

LIMA, Silvia Maria Santana Andrade; LOPES, Wilza Gomes Reis; FAÇANHA, Antônio Cardoso. Desafios do planejamento urbano na expansão das cidades: entre planos e realidade. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 11, p. e20180037, 2019.

LOPES, Dario Rais; MARTORELLI, Martha; VIEIRA, Aguiar Gonzaga. Mobilidade urbana: conceito e planejamento no ambiente brasileiro. Editora Appris, 2021.

LOPES DIAS ARQUITETURA. Desenho urbano. São Paulo: Lopes Dias Arquitetura, [s.d.]. Disponível em: <https://lopesdias.com.br/desenho-urbano/>. Acesso em: 15 ago. 2025.

LOPES, Fábio Antonio Soares et al. Sistema de informação geográfica como ferramenta de gestão em uma universidade pública. Observatório de la Economía Latinoamericana, v. 21, n. 12, p. 26656-26678, 2023.

MAIA, Amanda Carvalho; COCENZA, Vanessa; LEONELLI, Gisela Cunha Viana.

Expansão urbana insustentável: um padrão de urbanização promovido pelos municípios. In: Congresso Ibero-Americano de Solo Urbano. 2017. p. 1-23.

MARTINS, Amanda Fogaça. Gestão de centros históricos: o caso da cidade de São Paulo, Brasil. 2022. Dissertação (Mestrado em Planeamento e Projecto Urbano) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto; Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto, Porto, 2022. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/142948/2/572922.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2025.

MINISTÉRIO DA GESTÃO E INOVAÇÃO EM SERVIÇOS PÚBLICOS. Perguntas frequentes sobre o Modelo de Governança e Gestão Pública – GESTAOPUBLICAGOV.BR. Transferegov.br, 11 abr. 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/transferegov/pt-br/modelo/perguntas-frequentes/perguntas-frequentes-sobre-o-modelo-de-governanca-e-gestao-publica-gestaopublicagov.br>. Acesso em: 13 ago. 2025.

MIRON, Luciana Inês Gomes et al. Diretrizes do planejamento urbano e regional para uma transição sociotécnica resiliente na Região Hidrográfica do Guaíba. In: RS: resiliência & sustentabilidade: reflexões para reconstrução do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Libretos, 2025. p. 235-261.

MOURA, Dulce; GUERRA, Isabel; SEIXAS, João; FREITAS, Maria João. A revitalização urbana: contributos para a definição de um conceito operativo. Cidades, Comunidades e Territórios, n. 12-13, 2006.

MOURA, Rosa; OLIVEIRA, Samara; PÊGO FILHO, Bolívar. Escalas da urbanização brasileira. Texto para Discussão, 2018.

NEL, Verna. Complex adaptive systems as a theoretical tool in urban planning. Town and Regional Planning, v. 2009, n. 55, p. 24-30, 2009.

NESELLO, Priscila; BERTOLINI, Ana Cristina Fachinelli; RIBEIRO, Vinicius De Tomasi. Comunidades e cidades compassivas: potencial inovador do design urbano centrado na vida cidadã. Administração Pública e Gestão Social, 2024.

NUNES, Paula Navarro et al. Cidades inteligentes: inovações e tecnologias emergentes para sustentabilidade e resiliência urbana. *Revista de Gestão e Secretariado*, v. 16, n. 5, p. e4960-e4960, 2025.

ONU-HABITAT. População mundial será 68% urbana até 2050. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/188520-onu-habitat-popula%C3%A7%C3%A3o-mundial-ser%C3%A1-68-urbana-at%C3%A9-2050>. Acesso em: 29 jun. 2025.

QUEIROZ JÚNIOR, Hélio da Silva et al. Estudo da implementação de um sistema WSN de priorização do transporte público coletivo por ônibus numa interseção semaforica em Campina Grande-PB. 2020.

QUESSADA, Matheus Sanches et al. STEIN – Sistema de Tráfego e Intervenções: desenvolvimento de um sistema de transporte inteligente. In: *Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos (SBRC)*. SBC, 2020. p. 17-24.

RECH, Adir Ubaldo. Mobilidade urbana. *Revista Direito & Paz*, v. 2, n. 33, p. 146-155, 2015.

REZENDE VIEIRA JÚNIOR, Dênio Fernando; MACHADO JABORANDY, Clara Cardoso; MELO ANDRADE, Diogo de Calasans. Cidades do futuro: posicionalidade crítica das cidades inteligentes. *Direito da Cidade*, v. 16, n. 1, 2024.

ROCHA, Anderson Felipe de Melo et al. Implantação de semáforo inteligente como solução na mobilidade urbana. 2021.

RODRIGUES, Mara Costa. *Geoprocessamento*. 2023.

RODRIGUES, Marcos Antonio; SORRATINI, José Aparecido. A qualidade no transporte coletivo urbano. *Panorama Nacional da Pesquisa em Transportes*, p. 1081-1092, 2008.

ROSSETTO, Adriana Marques et al. Proposta de um sistema integrado de gestão do ambiente urbano (SIGAU) para o desenvolvimento sustentável de cidades. 2003.

SALAT, Serge. A systemic approach of urban resilience: power laws and urban growth

patterns. *International Journal of Urban Sustainable Development*, v. 9, n. 2, p. 107-135, 2017.

SECRETARIA ESPECIAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA (SEDU/PR); ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS (NTU). Prioridade para o transporte coletivo urbano: relatório técnico. Brasília, DF: SEDU/PR; NTU, 2002.

SILVA, Danyela Moraes da. Sistemas inteligentes no transporte público coletivo por ônibus. 2000.

SOARES, Bárbara Francisca Simões. Transformação digital na administração pública portuguesa: o impacto das estratégias de inovação, modernização e transformação digital. 2022.

SOARES, Bruno Cesarino et al. Uso da modelagem da informação da construção para subsidiar a gestão do ambiente construído. 2021.

SOUTO, Bruno Costa. Transformação digital na administração pública local: proposta de indicador de maturidade digital. 2025.

SUDÁRIO, Nádia Cristina dos Santos; HERNANDEZ, Isa Raquel Silva Ota. Planos de mobilidade urbana, seus princípios e desafios: relatos da experiência de elaboração do PlanMob no município de São Sebastião do Paraíso – MG. *Cadernos da FUCAMP*, Monte Carmelo, v. 13, n. 19, p. 1-17, 2014. Disponível em: <https://revistas.fucamp.edu.br/index.php/cadernos/article/view/358>. Acesso em: 15 ago. 2025.

UFRN — Núcleo de Demografia. Censo Demográfico 2022: reflexões iniciais sobre a região Nordeste , 2023. Disponível em: <https://demografiaufrn.net/2023/07/12/censo-demografico-2022-reflexoes-iniciais-sobre-a-regiao-nordeste/>

VAZQUEZ, Elaine et al. Diagnóstico para a requalificação urbana: Porte de Clignancourt (Sant-Ouen), Paris, França. *Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana*, v. 4, n. 00, 2023.

VIDAL, Maria Rita et al. (org.). **Gestão do território em tempos de mudanças climáticas: planos diretores e zoneamento ambiental**. Fortaleza: Editora In Vivo, 2026. E-book. DOI: 10.47242/978-65-87959-92-4. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/400768818_GESTAO_DO_TERRITORIO_EM_TEMPOS_DE_MUDANCAS_CLIMATICAS_PLANOS_DIRETORES_E_ZONEAMENTO_AMBIENTAL Acesso em: 9 jul. 2026.

WEISS, Marcos Cesar. Cidades inteligentes: proposição de um modelo avaliativo de prontidão de tecnologias da informação e comunicação aplicáveis à gestão urbana. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, v. 15, n. 4, jul. 2019.

YIN, C. et al. A literature survey on smart cities. Science China Information Sciences, v. 58, n. 10, p. 1-18, 2015.