



ALEX RODRIGO RIBEIRO

**TECNOLOGIAS PARA MOBILIDADE URBANA ESTUDO EM
CIDADES INTELIGENTES.**

LAVRAS – MG

2022

ALEX RODRIGO RIBEIRO

**TECNOLOGIAS PARA MOBILIDADE URBANA ESTUDO EM CIDADES
INTELIGENTES.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Curso de Sistemas de
Informação, para a obtenção do título de
Bacharel.

Prof. Dr. André Grützmann

Orientador

LAVRAS – MG

2022

ALEX RODRIGO RIBEIRO

**TECNOLOGIAS PARA MOBILIDADE URBANA ESTUDO EM CIDADES
INTELIGENTES.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte
das exigências do Curso de Sistemas de
Informação, para a obtenção do título de
Bacharel.

APROVADA em 29 de maio de 2022.

Dr. André Grützmann UFLA
Dra. Renata Teles Moreira UFLA
Dra. Kelly Carvalho Vieira UFLA

Documento assinado digitalmente
 ANDRE GRUTZMANN
Data: 09/05/2022 19:25:20-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. André Grützmann
Orientador

**LAVRAS – MG
2022**

Gostaria de dedicar o presente trabalho a meus filhos e a minha esposa, que foi meu maior apoio e incentivo para tal dedicação. Também quero enaltecer minha família, meus pais e minhas irmãs, que me apoiaram e fizeram de tudo para que meus estudos se tornasse um sonho possível, e por todo amor carinho que recebi durante toda essa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me dado sabedoria, saúde e força para que eu pudesse superar todas as dificuldades e não desistir dos meus sonhos.

Também agradeço à todos, minha família, e amigos que com parceria e incentivo me fizeram trilhar o caminho certo até chegar à conclusão do meu curso e que possa me proporcionar o começo de uma nova vida.

A todos os meus professores que participaram do meu processo e me ajudaram na minha caminhada acadêmica, sou extremamente grato. Gostaria também de agradecer aos membros que participaram da banca examinadora, e claro, especialmente ao meu orientador professor Dr. André Grützmänn. Obrigado pela parceria e por estar disposto a esclarecer minhas inúmeras dúvidas e ser tão gentil e paciente.

*O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo.
Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas
admiráveis.
(José de Alencar)*

RESUMO

As grandes cidades brasileiras e do mundo possuem diversos problemas devido à falta de planejamento na ocupação de espaços e do crescimento desordenado de suas vias, bairros e diversos segmentos que compõem o complexo emaranhado que compõem o dia a dia das pessoas nas cidades. Se por um lado a história identifica as fragilidades criadas pela má gestão e da falta de planejamento melhor dos espaços urbanos, tecnologias atuais podem ser instrumentos importantes para melhorar solucionar diversos problemas. Uma das ferramentas são as tecnologias inteligentes, que auxiliam para um instrumento estratégico para monitorar e propor soluções para a mobilidade urbana. Ter um trânsito de veículos e pessoas sem congestionamento, de fácil acesso, sem acidentes, diluição de agentes poluidores e adoção de políticas sustentáveis tem se tornado desafios para gestores atuais. Por isso, é importante conhecer e fazer uso de tecnologias com auxílio e instrumento de gestões modernas. Esse estudo foi produzido com base na metodologia bibliográfica e com o processo de análise do método qualitativo. Como objetivo geral desse estudo buscou identificar tecnologias que estão sendo utilizadas nas principais smart cities do Brasil para o uso de gestão estratégica para melhorar a mobilidade urbana. Como resultados pretende-se perceber como a gestão das grandes cidades não pode ser mais direcionada como há de décadas atrás. As tecnologias usadas para melhorar indicadores importantes da sociedade como a qualidade de vida no trânsito tão complexo só pode ter melhores resultados e efetividade se gestores entenderem o papel das tecnologias modernas nesse processo.

Palavras-chave: Technology Roadmap. Mobilidade Urbana. Gestão.

ABSTRACT

Large Brazilian cities and the world have several problems due to the lack of planning in the occupation of spaces and the disorderly growth of their roads, neighborhoods and various segments that make up the tangled complex that make up the daily lives of people in cities. If, on the one hand, history identifies the weaknesses created by poor management and the lack of better planning of urban spaces, current technologies can be important instruments to improve solving various problems. One of the tools is smart technologies, which help to form a strategic instrument to monitor and propose solutions for urban mobility. Having traffic of vehicles and people without congestion, easy access, without accidents, dilution of polluting agents and the adoption of sustainable policies has become challenges for current managers. Therefore, it is important to know and make use of technologies with the aid and instrument of modern management. This study was produced based on the bibliographic methodology and with the process of analysis of the qualitative method. The general objective of this study was to identify technologies that are being used in the main smart cities in Brazil for the use of strategic management to improve urban mobility. As a result, it is intended to understand how the management of large cities can no longer be directed as it was decades ago. The technologies used to improve important indicators of society such as the quality of life in such complex traffic can only have better results and effectiveness if managers understand the role of modern technologies in this process.

Keywords: Technology Roadmap. Urban Mobility. Management

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 2.1 – Exemplo de uma cidade inteligente. | 12 |
| Figura 2.2 – As Quatro Revoluções Industriais. | 16 |
| Figura 2.3 – Exemplo de Roadmap para as Cidades Inteligentes. | 18 |
| Figura 2.4 – Mortos no Trânsito na cidade de São Paulo. | 21 |
| Figura 2.5 – Controle de tráfego inteligente com status legal do pedido. | 23 |
| Figura 3.1 – Pesquisa de busca. | 24 |
| Figura 4.1 – Itens considerados para o ranqueamento das cidades inteligentes no Brasil. | 26 |
| Figura 4.2 – Pesquisa de Busca na cidade de São Paulo. | 28 |
| Figura 4.3 – Tecnologias inteligentes na cidade de São Paulo. | 28 |
| Figura 4.4 – Pesquisa de Busca na cidade de Florianópolis. | 30 |
| Figura 4.5 – Tecnologias inteligentes na cidade de Florianópolis. | 31 |
| Figura 4.6 – Estação Tubo e dos Biarticulados de Curitiba. | 32 |
| Figura 4.7 – Pesquisa de Busca na cidade de Curitiba. | 34 |
| Figura 4.8 – Tecnologias inteligentes na cidade de Curitiba. | 35 |
| Figura 4.9 – Pesquisa de Busca na cidade de Brasília. | 36 |
| Figura 4.10 – Tecnologias inteligentes na cidade de Brasília. | 37 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 2.1 – Cidades mais Conectadas e Inteligentes do Brasil. | 23 |
|--|----|

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 10 |
| 1.1 | Contextualização | 10 |
| 1.2 | Problema e objetivos | 10 |
| 1.3 | Justificativa | 11 |
| 1.4 | Estrutura do trabalho | 11 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO | 12 |
| 2.1 | Cidades inteligentes e mobilidade urbana | 12 |
| 2.2 | Tecnologias disponíveis para a gestão da mobilidade urbana brasileira: Technology Roadmap | 15 |
| 2.2.1 | Conceito de Tecnologia | 15 |
| 2.2.2 | Tecnologias inteligentes uso no Brasil e no mundo | 16 |
| 3 | METODOLOGIA | 24 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 26 |
| 4.1 | As capitais mais tecnológicas do Brasil | 26 |
| 4.2 | São Paulo | 27 |
| 4.3 | Florianópolis | 29 |
| 4.4 | Curitiba | 31 |
| 4.5 | Brasília | 35 |
| 5 | CONCLUSÃO | 38 |
| | REFERÊNCIAS | 40 |

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A Internet, que possibilitou uma diversidade de tecnologias para o uso no dia a dia da sociedade e das gestões públicas e privadas, é fruto do movimento da globalização a partir da década de 1980 e a partir dos anos de 1990 e 2000 no Brasil.

No Brasil e no mundo o termo “cidades inteligentes” tem ganhado muita visibilidade nos últimos anos, que é a parceria entre cidades e tecnologias. As tecnologias traçam um novo rumo para as cidades com o auxílio de novas estratégias, funcionando como uma ferramenta de gestão das cidades, com o intuito de realizar melhorias na vida da sociedade como a mobilidade urbana, a criação de cidades sustentáveis, entre outros.

Com isso, podemos ter diversos aplicativos inteligentes como usados em semáforos inteligentes, no monitoramento de trânsito e a capacidade de estudo e diagnóstico de problemas relacionados a ele, aplicativos que possibilitam transporte rápido e eficiente com adotada por empresas de mobilidade.

Algumas tecnologias são importantes para a mobilidade do trânsito, que possibilita o monitoramento, estudo e proposições estratégicas para melhorar a qualidade da mobilidade urbana. Capitais como São Paulo, Curitiba, Florianópolis e Brasília já adotam algumas dessas tecnologias para melhorar o tráfego e o deslocamento de pessoas por suas vias.

1.2 Problema e objetivos

A abordagem da pergunta problema é: Quais tecnologias modernas estão sendo utilizadas para melhorar a mobilidade urbana nos grandes centros urbanos que se destacam como cidades inteligentes?

A hipótese é de que a falta de mobilidade urbana é um problema para grandes cidades, mas poderia com o uso das mais diversas tecnologias como internet sem fio, GPS, Internet das Coisas e Redes de Comunicação Integrada ter ferramentas para melhorar a fluidez do trânsito de pedestres e veículos, que disputam espaços por falta de organização em espaços pequenos e sem planejamento para absorver o crescente número de veículos e pessoas.

Objetivo Geral:

- Identificar tecnologias que estão sendo utilizadas nas principais smart cities do Brasil.

Objetivos Específicos:

- Discutir sobre a mobilidade urbana e o uso de novas tecnologias da informação;
- Apresentar breve contexto do uso de novas tecnologias para melhorar a mobilidade urbana pela cidade de São Paulo, Florianópolis, Curitiba e Brasília;
- Descrever quais tecnologias estão sendo usada como ferramenta para a mobilidade urbana;
- Apresentar um estudo do uso das tecnologias como suporte como de gestão e planejamento para a mobilidade urbana e uma cidade inteligente.

1.3 Justificativa

A justificativa para compor esse objeto de estudo sobre o uso de tecnologias inteligentes como contributivo para uma ferramenta de gestão para melhorar a mobilidade urbana, se faz necessária pelo próprio conhecimento acadêmico e formativo, mas também para discutir os problemas sociais e ambientais que o crescimento das cidades trouxera para a população. Por anos, os movimentos migratórios das pessoas em busca de melhores condições de vida nas cidades maiores, gerou, pela falta de planejamento público da ocupação de espaços, grandes problemas como poluição, congestionamento, dificuldade no trânsito de pessoas e veículos.

Estudar e apresentar o uso de novas tecnologias inteligentes, promove-se como ponto relevante para a sociedade e para o meio científico uma oportunidade de mostrar caminhos para resolução de problemas, sobretudo, entender de como novos conceitos sobre cidades inteligentes podem trazer aos cidadãos melhores qualidade de vida.

1.4 Estrutura do trabalho

No tópico 2, será realizada uma revisão bibliográfica sobre a mobilidade urbana e a estrutura que abrange as cidades inteligentes (*Smart Cities*) . No tópico 3, será apresentado a metodologia do trabalho detalhando os procedimentos e pesquisas adotadas. No tópico 4, serão feitas as demonstrações dos resultados e discussão sobre algumas tecnologias usadas nas cidades inteligentes e quais modelos de aplicações existentes. Por fim, no tópico 5 as considerações finais sobre os temas abordados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cidades inteligentes e mobilidade urbana

O grande problema encontrado nas grandes cidades modernas e superlotadas faz nascer a necessidade de adoção de ferramentas tecnológicas para organizá-las, em específico na mobilidade urbana. O novo urbanismo surge nos Estados Unidos já no século XX, onde os urbanistas americanos já estudavam como as novas cidades vão interagir com os seus usuários de modo sustentável. O tema foi trazido para o Brasil posteriormente pelo programa *Climate Positive Development* em parceria com a fundação *Clinton Climate Initiative* que proporcionou uma visão de construção das cidades mais inteligentes (ANDRADE et al., 2018).

Um dos exemplos do novo urbanismo pode ser visto no projeto A Cidade Universitária de Pedra Branca que começou a ser construída em Palhoça, Santa Catarina em 1997, conforme a Figura 2.1 abaixo:

Figura 2.1 – Exemplo de uma cidade inteligente.



Fonte: www.cidadepedrabranca.com.br (2018).

O principal meio de locomoção dessa cidade é a pé e o uso de bicicleta. A cidade foi projetada com calçadas largas e bem arborizada, para estimular o não uso de qualquer veículo. Todos os serviços que as pessoas necessitarem estarão próximas umas das outras, sem ter que disponibilizar de veículos para o deslocamento (ANDRADE et al., 2018).

Francisco Júnior et al (2021), esclarece que o processo de expansão das cidades não tem considerado que os ecossistemas são muito frágeis, evidenciando seu caráter predominantemente quantitativo, em detrimento do aspecto qualidade. O crescimento das cidades e da economia sempre estiveram ligados à imagem de “modernização”, negligenciando aspectos re-

lacionados à qualidade, especialmente à qualidade social. No mundo, houve aumento global de riqueza, do grau de pobreza e aumento da população pobre, ou seja, as desigualdades sociais tornaram-se mais visíveis.

As cidades são consideradas “habitat da humanidade”, e toma a forma de agente destruidor do ecossistema e de ameaça à sobrevivência da própria humanidade. Francisco Júnior et al (2021) constata que as pessoas se lembram das cidades como se fossem cenários de automóveis e de edifícios do que por suas ruas e praças, espaços coletivos usados por muitas pessoas ao mesmo tempo. São mais de 500 milhões de carros em todo o mundo, que sufocam o trânsito e deixam a mobilidade das pessoas, principalmente nos grandes centros urbanas, complicada.

Até 2050 cerca de 7 bilhões de pessoas estarão morando nas cidades, que corresponderá cerca de 80% da população mundial. E com isso a cidades devem repensar os seus espaços de modo a criar ações sustentáveis para menos impactar o meio ambiente. Pois segundo o portal, haverá mais pessoas, mais carros, mais necessidades de vias e passarelas (CHAVEZ, 2019).

É preciso adotar políticas sustentáveis dentro da cidade a fim de diminuir o fluxo de veículos que utilizam combustíveis fósseis que emitem grandes concentrações de gases poluentes no meio ambiente. O urbanismo sustentável é a conciliação das pessoas das cidades vivendo e respeitando todas as políticas ambientais (CHAVEZ, 2019).

A defesa que as cidades poderiam ser tornar mais compactas a fim de preservar e evitar a expansão das cidades para o meio rural e para as áreas de preservação ambiental, que pela expansão desordenada acaba por ocupar esses espaços e trazer ainda mais problemas para o meio ambiente. As cidades compactas trariam maior eficiência ao transporte público, que rodaria muito menos e conseqüentemente diminuiria o fluxo de poluentes na atmosfera (SILVA, 2017).

De acordo com Silva (2011, p. 55)

A produção de habitações para além dos limites urbanos oferece graves problemas à cidade, pois encarece tributos, aumenta investimentos e manutenção de infraestrutura urbana, dificultando a mobilidade urbana (distanciamento entre habitação, trabalho, serviços e lazer), consolidando a dependência automotiva cada vez mais onerosa (seja ela pública ou privada, individual ou coletiva), aprofundando a segregação socioespacial (pois estabelece o acesso à cidade a partir das condições sociais e econômicas da família, constituindo bolsões de riqueza e de pobreza), além do aumento do impacto ambiental decorrentes, tanto do espalhamento e ocupação de áreas naturais, quanto da produção de resíduos, impacto da malha viária no espaço da cidade ou do aumento da emissão de gases provenientes de combustíveis fósseis. (SILVA, 2011, p. 55).

Essa citação identifica que a falta de planejamento da gestão pública sobre a ocupação de espaços urbanos. Isso tem prejudicado as camadas mais pobres da sociedade, que possuem

poucas condições financeiras para deslocamento. O mais interessante que sobre a mobilidade, aporta-se a necessidade de uma ruptura do pensamento conservador na construção de vias, para trazer o pensamento de uma conjunto de ações que potencializem a sustentabilidade e preservação do meio ambiente como a construção de ciclo vias e ter um novo desenho urbano, mais compactado.

Trazer o conceito de cidades inteligentes é atrelá-la ao desenvolvimento tecnológico e das ações disruptivas que há todo o momento reconstroem ou aparecem com uma nova solução para melhorar a vida da sociedade. Nesse sentido, entende -se que as tecnologias da informação são importantes instrumentos novos e modernos que poderão auxiliar em um processo inteligente e tecnológico de organização de espaços urbanos (AZEVEDO, 2021).

Conforme Azevedo (2021, p. 1).

Para se tornar uma cidade inteligente, assim como São José dos Campos, os municípios precisam adotar uma série de medidas que utilizem recursos tecnológicos para melhorar e transformar a qualidade de vida de seus moradores e promover a preservação ambiental. Além de indicar vagas de estacionamento, dispositivos IoT podem ser utilizados em diferentes segmentos, sendo aliados importantes no enfrentamento de diversos desafios. Em resumo, podem ser utilizados para a coleta de dados de forma geograficamente distribuída e com custos viáveis, auxiliando assim na implementação e operação da infraestrutura de uma cidade. (AZEVEDO, 2021, p. 1).

O que se sustenta na citação é de que a materialização de cidades inteligentes deve ser compassada com o cuidado com o meio ambiente e o uso de novas tecnologias. Com o avanço delas, muitas se propõem a organizar de modo eficiente e com custos mais baratos a ocupação e circulação nas cidades.

Com o movimento de migração das pessoas das áreas rurais para as áreas urbanas, o consumo em cidades globais consome três quartos dos recursos naturais, geram outros 75% de poluição em todo o planeta e isso traz consequências danosas para a saúde das pessoas e para o próprio planeta. Nessa condição, é muito importante traçar novos caminhos para construção das cidades inteligentes (SHAMSUZZOHA et al., 2021).

Mas a construção das cidades inteligentes depende de diversas características e elas mudam de região para região. Para os autores, países podem ter mais facilidade para a construção de determinados espaços urbanos inteligentes e outros maiores problemas. Nesses casos é preciso observar as naturezas geográficas, ecossistemas e recursos disponíveis (SHAMSUZZOHA et al., 2021).

Quando se fala em cidade inteligente é trazer o conceito da tecnologia e das questões sustentáveis para as áreas da saúde, educação, infraestrutura, governança, agricultura e indústria. Dentro dessas áreas todos os serviços ou a disponibilização de qualquer serviço, deve estar integrado a internet das coisas, a internet 5G, automação e diversos tipos de instrumentos que as tecnologias podem apresentar (SHAMSUZZOHA et al., 2021).

2.2 Tecnologias disponíveis para a gestão da mobilidade urbana brasileira: Technology Roadmap

2.2.1 Conceito de Tecnologia

Quando se fala em tecnologia e a busca de uma definição para ela, não se pode negar que ela tem no contexto histórico da humanidade um percurso evolutivo assim como as sociedades e as necessidades delas em encontrar ferramentas para atender suas necessidades. Quando o homem começou a inventar objetos e posteriormente melhorá-las, pode-se dizer que ele criou uma nova tecnologia. As técnicas de construção de algum produto fizeram com que a vida das pessoas melhorasse (VERASZATO E.V; SILVA, 2018).

De acordo com Veraszato, et al (2018, p. 4):

Uma definição exata e precisa da palavra tecnologia fica difícil de ser estabelecida tendo em vista que ao longo da história o conceito é interpretado de diferentes maneiras, por diferentes pessoas, embasadas em teorias muitas vezes divergentes e dentro dos mais distintos contextos sociais. Em diferentes momentos a história da tecnologia vem registrada junto com a história das técnicas, com a história do trabalho e da produção do ser humano. Assim, é primordial a tentativa de apresentar um marco divisório para mostrar a tênue linha que separa a técnica da tecnologia. (VERASZATO, et al, 2018).

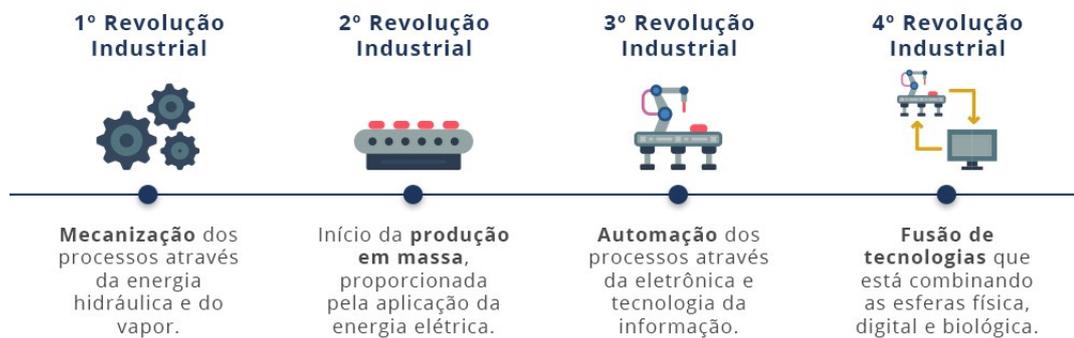
Essa citação, mostra que procurar um conceito para tecnologia, bate-se em diversas concepções. Não se poderia achar um conceito único, mesmo porque a própria tecnologia se tornou ampla, complexa e muda a toda hora. Seus conceitos atendem a busca de solução para problemas, para melhorar a vida da sociedade e das pessoas.

As tecnologias ganham novos sentidos quando elas próprias evoluem. Com o mundo globalizado e altamente tecnológico, o uso das Tecnologias da Comunicação e Informação (TIC) dão ao termo tecnologia um campo vasto para conceitos, usos e proposições. As tecnologias evoluem, substituem algumas que já foram importantes para a sociedade e, ainda, conseguem traçar um novo percurso de comportamento e interação em todos os fluxos da sociedade (MAZIERO S. M. B; BRITO, 2017).

Tecnologias que estão na contemporaneidade se conectam. Por isso, no futuro todas as tecnologias desempenham sua função com a internet. Isso faz perceber que a tecnologia se alia a novos instrumentos para se apresentar de forma cada vez mais eficiente. Ferramentas digitais já fazem parte da rotina da sociedade e essa condição faz com que as tecnologias se reinventem de forma muito rápida (MAZIERO S. M. B; BRITO, 2017).

A seguir, na Figura 2.2 ilustra-se as revoluções industriais.

Figura 2.2 – As Quatro Revoluções Industriais.



Fonte: (MAZIERO S. M. B; BRITO, 2017).

Pouco mais de 200 anos depois da Primeira Revolução Industrial, as evoluções tecnológicas se apresentaram de forma muito mais rápida do que comparado a outro período na história da humanidade. Isso identifica que as tecnologias, principalmente com a Quarta Revolução Industrial ou da Indústria 4.0 se modificam a cada momento como mostra a Figura 2.2. Nunca a teoria da disrupção criativa foi tão aplicada no momento atual da humanidade e do avanço de todos os instrumentos tecnológicos (JUNQUEIRA, 2020).

2.2.2 Tecnologias inteligentes uso no Brasil e no mundo

Os grandes problemas que envolvem a modalidade nas grandes cidades é o planejamento e a falta de adoção de programas de incentivo que estimulem o uso de transportes coletivos. No Brasil a própria força da indústria faz com que a pressão sob os governos, criem políticas de redução do IPI (Imposto sobre Produtos Industrializados) para movimentar o setor. Entretanto, torna-se um grande problema para o meio ambiente e para a boa circulação nas cidades de pessoas e veículos (CARVALHO, 2020).

Se esse quadro é conhecido com ponto consolidado nos grandes centros urbanos como aumento do congestionamento, acidentes e demais problemas, a Tecnologia da Informação (TI) apresenta como uma solução para melhorar o tráfego de veículos e pessoas em grandes centros

urbanos. Na contemporaneidade a engenharia de comunicações e tecnologias dão as cidades inteligentes instrumentos para amenizar e erradicar efeitos negativos de uma gestão tradicional (LU; CHEN; YU, 2019).

As cidades inteligentes precisam da expansão de Big Data que é um conjunto de dados que dependem de grande velocidade, volume e variedade para incorporar como modelo de gestão. Embora o avanço da área de TI, precisa-se que se aprimore o conceito de gestão, que absorva conceitos e tecnologias para melhorar a vida das pessoas e ter políticas de preservação de espaços ambientais (LU; CHEN; YU, 2019).

Com o avanço das TI deram início ao Big Data. A tecnologia Roadmap é uma visão do futuro e que será muito utilizada nas smart cities. Hoje muitos aplicativos são essenciais para determinadas tarefas, mas em muitas cidades do mundo, o pensamento do uso dessas tecnologias só começou a ser executada e planejada devido a problemas já constituídos. Mas em uma ordem macro elas também surgem para a preservação do meio ambiente onde as pessoas estão concentradas (LU; CHEN; YU, 2019).

De acordo com Lu, Chen, Yu, (2019, p 3).

De um modo geral, a tecnologia roadmap é uma visão do futuro em um campo específico baseado em a opinião coletiva de variáveis importantes. A tecnologia roadmap é, portanto, aplicado neste artigo para prever pioneirismo aplicações tecnológicas em cidades inteligentes. Os resultados fornecerão governos com um plano para o desenvolvimento de tecnologias da cidade. (LU, CHEN, YU, 2019, p 3, **tradução do autor**).

Essa tecnologia é uma ferramenta de gestão e funciona como um roteiro de etapas para a construção de determinada ação. Mostra aos gestores as etapas a serem seguidas e nesse momento, pode-se perceber erros que poderão ser resolvidos (LU; CHEN; YU, 2019).

É preciso que se fomente políticas públicas tanto de governo quanto da área privada para ampliar o acesso às tecnologias apresentadas pela Indústria 4.0. Os avanços em tecnologias nos últimos 50 anos foram mais rápidos do que séculos no meio da ciência. Essa rapidez tecnológica deve ser integrada rapidamente no setor industrial e de planejamento. A Technology Roadmap (TRM) poderá oferecer tanto para a indústria na oferta de novos produtos e serviços, quanto para a parte pública no diagnóstico e monitoramento de espaços um importante instrumento para reorganizar espaços (FERREIRA, 2021).

A TRM é um roteiro e monitoramento. Um simples roteiro que deverá ser seguido observando etapas como mostra a Figura 2.3. As análises postas para um grupo são avaliadas para que posteriormente criem estratégias para a resolução de um determinado problema. Na gestão

pública identifica fragilidades e coloca com ponto de ação a recuperação de pontos negativos para processos efetivos.

A Construção de um roadmap é um processo simples. Consiste em fazer uma planilha ou até mesmo uma tabela onde todos os elementos direcionam para parâmetros chaves. Esses parâmetros contém as dimensões de horizonte de tempo, quando as linhas se cruzam identificam-se os resultados da busca de toda a informação tecnológica que foi encontrada, que levam a um norte de decisões (SANTOS, 2021).

Figura 2.3 – Exemplo de Roadmap para as Cidades Inteligentes.

| Parâmetros-chaves | | CURTO/MEDIO PRAZO | | | | LONGO PRAZO | |
|---|---------------------------------|-------------------|-------------|-------------|------|-------------|--------------|
| | | Patentes INPI | | | | Artigos Iys | |
| C L I E N T E S | Pessoas | ★ | ★ | ★ | ★ | ★ | |
| | Usuários de carros | | ★ | ★ | ★ | ★ | |
| | Residências | | ★ | ★ | ★ | ★ | |
| | Comércios | | ★ | ★ | ★ | ★ | |
| | Pessoas com deficiência | | Soluções ME | | RJRL | U SAfrica | ★ |
| U T I L I D A D E | Mobilidade Urbana | ★ | ★ | ★ | ★ | ★ | UNISINOS |
| | Saneamento Básico | UEM | ★ | ★ | ★ | UFBA | UFRJ UFRJ |
| | Gestão Ambiental | | ★ | ★ | ★ | WOS | |
| | Gestão Energética | | ★ | ★ | ★ | ★ | |
| | Iluminação | | AVM | ★ | ★ | | |
| P Ú B L I C A | Gestão de Água e Esgoto | | ★ | ★ | | | |
| | Gestão de Negócios | | | Smart Greeb | ★ | | |
| | Gestão de Resíduos | | | ★ | ★ | | |
| | Acessibilidade | | | Smart Greeb | | | ★ |
| | Saúde Pública | | | | | | ★ |
| T E C N O L O G I A S | Internet das Coisas | ★ | | | | | |
| | Sensor e Conexão sem fio | | ★ | | | | |
| | Sensor | | ★ | | ★ | | |
| | Rede de comunicações integradas | | ★ | ★ | | | |
| | GPS | | | | ★ | | ★ |
| | Outros | | | | ★ | ★ | |

Fonte: (RIBEIRO; ARAUJO, 2019).

Toda a ferramenta de gestão como a Technology Roadmap faz parte de um conjunto de inovações tecnológicas. Na contemporaneidade esses instrumentos não podem deixar de fazer parte tanto da esfera privada quanto das Administrações Públicas. Isso porque elas constroem um conjunto de proposições antenadas com os conceitos da globalização e dos avanços tecnológicos, que já fazem parte do dia a dia dos cidadãos.

Em relação ao monitoramento das cidades, a TI como a TRM podem absorver diferentes atividades dentro das cidades como o fluxo de trânsito, o movimento das pessoas, dificuldades

encontradas por pedestres, gestão de resíduos e energia elétrica. No campo dos transportes e trânsito podem indicar aos usuários rotas com menos potencial de movimento, o que evitaria atrasos, acidentes e desgastes emocionais para os motoristas e demais cidadãos (WHITE et al., 2021).

Os espaços urbanos precisam se amparar no conceito de cidades inteligentes. Os serviços prestados aos cidadãos como forma de melhorar sua vida no dia-a-dia, pelas tecnologias podem ser personalizados absorvendo o aprendizado de uma máquina, da internet das coisas, (do inglês Internet of Things ou IoT) e de grandes dados (WHITE et al., 2021).

O termo roadmapping é uma palavra nova na língua inglesa que tem o significado de processo de planejamento tecnológico que tem por função a identificação, seleção e o desenvolvimento de alternativas com o uso de tecnologias para atender uma série de necessidades que já previamente foram elaboradas (JÚNIOR; TAVARES; PESSOA, 2021).

De acordo com Cheng, Fleury, Freitas (2021).

O gerenciamento dos planos e estratégias de inovação é crítico para o sucesso da organização. O Roadmapping contribui diretamente com essa necessidade, pois integra as perspectivas relacionadas à inovação e cria um caminho estratégico que considera a evolução da organização desde o presente até um futuro desejado. (CHENG; FLEURY; FREITAS, 2021, p1).

Roadmapping é uma tecnologia inovadora que cria um caminho estratégico importante para superação de problemas previamente elencados. Como instrumento de gestão, pode ser usado em diferentes modalidades que vão desde o uso nas empresas para organização de equipes e apresentação de bons resultados como demais áreas que queiram se valer dela para fazer um processo de gestão mais eficiente (CHENG; FLEURY; FREITAS, 2021).

Muitas tecnologias entram no conceito da disrupção criativa que tendem a cancelar algumas usadas ou apresenta novas para resolver problemas do dia a dia. Reforça-se que as novas tecnologias trazem mudanças de cenários. As cidades através delas tendem a ficar mais conectadas (FORTES, 2020).

As tecnologias como a roadmapping não devem ser usadas como apenas instrumentos para melhorar a mobilidade urbana, mas deve ser uma ferramenta de planejamento para que se possa coibir erros crônicos. Esses estariam no crescimento desordenado das cidades, que afetam negativamente a vida de todos os cidadãos (LABS, 2022).

A maior cidade do Brasil, São Paulo, possui diversos problemas de mobilidade urbana. Isso foi construído por processos de má gestão pública, que não planejou de modo eficiente o

crescimento das cidades. Isso fez com que ela, e tantas outras no Brasil, apresentassem diversos problemas de trânsito e mobilidade das pessoas. São vias apertadas que não conseguem na contemporaneidade absorver tantos veículos e pessoas em um trânsito seguro e eficiente. Por isso, adotar tecnologias inteligentes, pode ser um plano.

Como exemplos de cidades inteligentes e que já usam planos estratégicos no trânsito para melhorar a mobilidade urbana estão as cidades de Songdo na Coreia do Sul, na Dinamarca está Copenhague e nos Estados Unidos está a cidade de Santa Ana. O Brasil faz diversas parcerias com outros países para desenvolver plataformas inteligentes que poderão ser usadas como ferramentas de gestão. Uma dessas ferramentas em estudo pela UNICAMP e CEO da Bright Consulting dos Estados Unidos é justamente criar uma plataforma que gera um roadmap para que as cidades possam dar os seus primeiros passos no planejamento de cidades inteligentes (LABS, 2022).

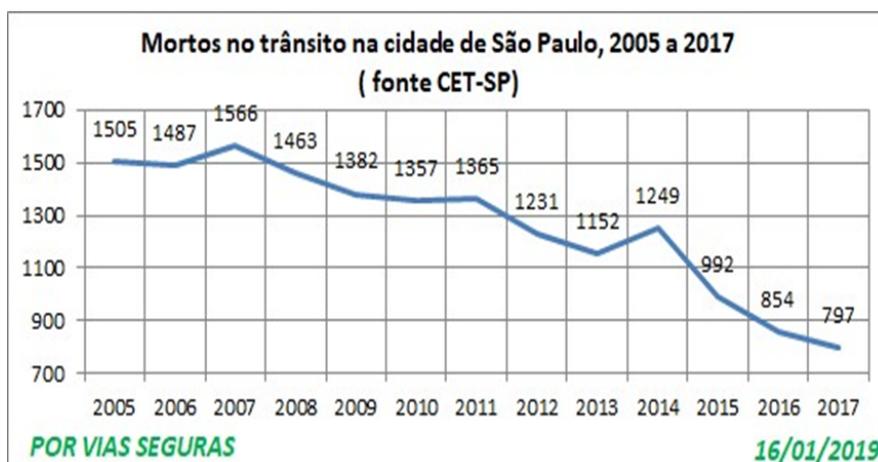
Mas países da comunidade europeia já tem um estudo mais efetivo com o uso de roadmapping para gerir o trânsito, diminuir acidentes e mortes no dia a dia das pessoas que se movimentam por vias. Atualmente entre todos os modais, o transporte terrestre desenvolvido por carros, ônibus e outros veículos é o que concentra maiores números de conflitos entre as pessoas e veículos (MACHADO; PICCININI, 2018).

O Brasil deve criar uma linha de planejamento urgente e efetiva com o uso de tecnologias para gerir melhor a mobilidade em grandes centros urbanos. Isso porque o país tem no mercado cerca de 3,5 milhões de novos veículos a cada ano e isso tem levado um número de mortes vítimas do trânsito caótico aproximadamente 45 mil pessoas (MACHADO; PICCININI, 2018).

Mas se esse dado preocupa, é bom observar que na grande cidade de São Paulo, o monitoramento da companhia de tráfego de 2005 a 2017 mostrou que o número de acidentes com mortes caiu a cada ano. A redução vem por campanhas maiores de conscientização e tecnologias que fotografavam as infrações de trânsito, o que acarreta ao condutor multas.

A Figura 2.4 mostra o numero de mortes causados por acidentes de transito na cidade de São Paulo.

Figura 2.4 – Mortos no Trânsito na cidade de São Paulo.



Fonte: (SEGURAS, 2018).

Um ponto que impulsionou a busca por novas tecnologias para melhorar a mobilidade de grandes cidades brasileiras foi a Copa do Mundo de 2014. Isso aconteceu por tinha que ter a necessidade de alinhar ações aqui no Brasil com as que já se usavam em países da União Europeia. Quando o Brasil foi sorteado em 2007 para sediar a copa de 2014, já iniciou um planejamento para diagnosticar e melhorar a mobilidade urbana. Tanto que surge a Lei 12587/2012 que estabelece diretrizes para a Política Nacional de Mobilidade Urbana (MACHADO; PICCININI, 2018).

O Brasil deve ter uma ação em parceria com todos os municípios para consolidar planos estratégicos eficientes para melhorar a mobilidade urbana em suas cidades. Foi proposto que as cidades brasileiras em consonância com a Lei 1258/2012 criassem seus Planos de Mobilidade Urbana. Mas apenas 187 países criam diretrizes e leis para a mobilidade de seus espaços (MACHADO; PICCININI, 2018).

Assim como se usam termos relacionados às tecnologias para a criação de cidades inteligentes, devem também existir campanhas de conscientização da população para o uso de novas tecnologias para deixar o trânsito mais eficiente. Uma das campanhas poderia vir com os benefícios que se trariam pela adoção de veículos elétricos ou sem grau de poluição como apresentados pelas bicicletas. Já existem startups que criaram aplicativos para que através de um aparelho de celular, pessoas possam usar as bicicletas sem ter custo algum (WANG; MORIARTY, 2017).

A Itália é um dos países referência na adoção de Tecnologias da Informação para que absorve práticas reais da mobilidade inteligente. Nessa condição, possuem cidades que destacam pela oferta de um trânsito cada vez mais seguro e consoante com as práticas de sustentabilidade.

A mobilidade inteligente é vista nessas cidades como importante para melhorar o desempenho da mobilidade nessas cidades (BATTARRA et al., 2018).

As tecnologias digitais inteligentes já estão em uso em algumas capitais brasileiras como São Paulo, Brasília, Curitiba e Florianópolis. A internet das coisas ou IoT fazem com que as tecnologias possam monitorar vias e espaços públicos e reconhecer as placas de identificação dos veículos que circulam pelas vias. Isso pode trazer uma série de benefícios como organização melhor do trânsito e perceber alguns problemas na ordem ilícita de alguns veículos (AUTOPASS, 2022).

Na capital de São Paulo já existem os semáforos inteligentes. Quando é percebido pela tecnologia a aproximação de um ônibus coletivo, o sinal ficará um tempo maior aberto, permitindo assim um fluxo maior desse transporte coletivo, o que implica em uma maior mobilidade das pessoas que usam esse tipo de locomoção (AUTOPASS, 2022).

É uma tendência a ser abarcada por muitas cidades brasileiras, pois a tecnologia IoT possibilita não somente um controle de tráfego, mas o entendimento de seus problemas para futuras soluções. Até o ano de 2020 existiam no Instituto Nacional de Propriedade Industrial diversos depósitos de patentes, que a modalidade inicial de se pleitear a autoria de um novo produto, como identificado no Figura 2.5.

A Figura 2.5 identifica que um dos problemas para viabilidade dessas tecnologias é a falta de pagamento. Mas chama a atenção para a importância delas para melhorar a mobilidade urbana. O controle de tráfego, semáforos inteligentes poderiam estar espalhados por mais cidades se as tecnologias fossem todas aprovados e da manutenção de status contínuo de depósitos.

São Paulo é a cidade mais conectada e inteligente do Brasil (MELO, 2021). A capital vem a cada vez mais consolidando os conceitos de Mobilidade, Sustentabilidade com o uso das tecnologias para melhorar a vida dos seus cidadãos. Mas isso, não quer dizer que as capitais elencadas em um ranking das mais conectadas não tenham que melhorar seu campo de infraestrutura para estar cada vez mais consoante com as tecnologias modernas.

Tabela 2.1 – Cidades mais Conectadas e Inteligentes do Brasil.

| | UF | MUNICÍPIO | NOTA | PORTE | REGIÃO |
|----|----|--------------------|--------|-----------------|--------------|
| 1 | SP | São Paulo | 37,584 | Mais de 500 mil | Sudeste |
| 2 | SC | Florianópolis | 37,385 | Mais de 500 mil | Sul |
| 3 | PR | Curitiba | 37,375 | Mais de 500 mil | Sul |
| 4 | DF | Brasília | 37,314 | Mais de 500 mil | Centro-Oeste |
| 5 | ES | Vitória | 37,182 | 100 a 500 mil | Sudeste |
| 6 | SP | São Caetano do Sul | 36,942 | 100 a 500 mil | Sudeste |
| 7 | RJ | Rio de Janeiro | 36,907 | Mais de 500 mil | Sudeste |
| 8 | SP | Campinas | 36,389 | Mais de 500 mil | Sudeste |
| 9 | RJ | Niterói | 36,309 | Mais de 500 mil | Sudeste |
| 10 | BA | Salvador | 36,187 | Mais de 500 mil | Nordeste |
| 11 | SP | Barueri | 36,147 | 100 a 500 mil | Sudeste |
| 12 | SC | Balneário Camboriu | 35,975 | 100 a 500 mil | Sul |
| 13 | MS | Campo Grande | 35,537 | Mais de 500 mil | Centro-Oeste |

Fonte: (MELO, 2021).

Mostra-se na Tabela 2.1 acima que as quatro capitais São Paulo, Florianópolis, Curitiba, Brasília são as que se destacam na ação de desenvolvimento tecnológico, mas o que chama a atenção é de que nenhuma cidade do Norte do Brasil e apenas uma do Nordeste possui um planejamento mais estratégico da adoção das tecnologias inteligentes.

Figura 2.5 – Controle de tráfego inteligente com status legal do pedido.

| Número do Pedido | Data de Depósito | IPC | Título da Invenção | Nome do Depositante | Status Legal do Pedido |
|----------------------------|------------------|---|--|---------------------------------------|--|
| BR102015010366-2 A2 | 23/04/2015 | G08G 1/01; G08G 1/08; G06F 17/30 | Dispositivo e método para controle inteligente de semáforos de trânsito | UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA (BR/BA) | Aguardando exame técnico |
| BR102015002005-8 A2 | 28/01/2015 | G08G 1/017; G06F 17/30 | Processo de verificação da situação administrativa de um veículo | RIZZE SAS (FR) | Arquivado por falta de pagamento de anuidade |
| BR102015000429-0 A2 | 08/01/2015 | B61L 1/20; G08G 1/09; G01R 31/28 | Sistemas e métodos para a manutenção de previsão de cruzamentos | GENERAL ELECTRIC COMPANY (US) | Aguardando exame técnico |
| PI0520514-0 A2 | 22/07/2005 | G01C 21/32; G08G 1/123; G09B 29/10 | Método para modelar um gráfico de rede viária, produto de programa de computador, ferramenta de software, sinal de dados de computador, dispositivo servidor, e sistema para modelar um gráfico de rede viária | TELARGO INC. (US) | Arquivado Definitivamente por falta de pagamento |
| PI9908714-6 A2 | 04/03/1999 | H04Q 1/00; G06F 17/00; G08G 1/01; G06F 11/10 | Identificador RFID, leitora RFID, e sistema RFID, incluindo identificadores com tamanhos de memória diferentes | MOTOROLA, INC (US) | Arquivado Definitivamente por falta de pagamento |

Fonte: (MELO, 2021).

3 METODOLOGIA

Essa pesquisa conta com a metodologia de revisão da literatura ou busca bibliográfica e com o método qualitativo. De acordo com Alves-Mazzoti (2002) a revisão da literatura agrupa um conjunto de ações que parte da escolha e levantamento de materiais utilizados na pesquisa como revistas, teses, dissertações, livros ou periódicos.

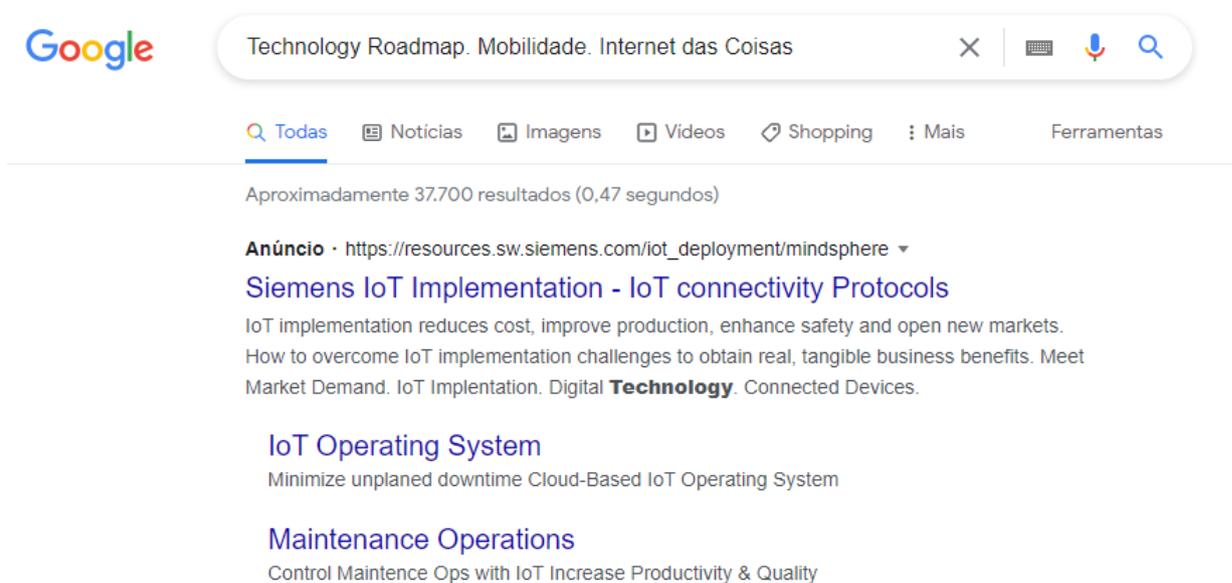
Machado (2021, p. 01) define o método qualitativo

Pesquisa qualitativa examina evidências baseadas em dados verbais e visuais para entender um fenômeno em profundidade. Portanto, seus resultados surgem de dados empíricos, coletados de forma sistemática. (MACHADO, 2021, p. 01).

As fontes de pesquisa buscaram de forma majoritária publicações dos últimos cinco anos e tiveram como suporte de pesquisa em meio digital através do Google Livros. Essas pesquisas oportunizaram um volume de material que já tem uma discussão importante para a temática deste estudo. Através dos descritivos: Technology Roadmaps, Mobilidade Urbana e Cidades Inteligentes, filtrou-se o volume de material a ser pesquisado, como também redirecionou de forma mais efetiva os conteúdos a serem estudados.

Na ferramenta de pesquisa do Google foram elencados 37.200 resultados, conforme Figura 3.1. Em meio a tantos documentos foram selecionados 55, que foram selecionados como ordem das primeiras páginas listadas. Eles são artigos, documentos da internet, notícias e teses de mestrado. Eles serviram como base para a construção teórica desse documento.

Figura 3.1 – Pesquisa de busca.



Fonte: Google (2022).

Majoritariamente a pesquisa contou com publicações dos últimos cinco anos e destacou a utilização de tecnologias em IOT (Internet das Coisas) na construção estratégica para a melhoria da mobilidade urbana em quatro capitais com mais de 500 mil habitantes: São Paulo, Curitiba, Florianópolis e Brasília. Essas quatro capitais foram escolhidas devido a um estudo realizado pelo Ranking Connected Smart Cities em 2020 que levantou as cidades mais conectadas do Brasil com o uso de tecnologias inteligentes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 As capitais mais tecnológicas do Brasil

As quatro capitais que mais investem em tecnologia em IoT foram ranqueadas por um estudo da organização *Ranking Connected Smart Cities*. Esse instituto avalia as capitais e cidades brasileiras que mais investem e se destacam no uso das tecnologias. A primeira colocada trazida nessa pesquisa, São Paulo, faz uso de diversas tecnologias em IoT para tornar o seu trânsito mais eficiente. Um exemplo disso, é a adoção dos semáforos inteligentes que corroboram para melhor fluidez do trânsito.

O *Ranking Connected Smart Cities* trata-se de um portal digital que mapeia cidades que utilizam novas tecnologias para tornar-se cada vez mais tecnológica. A base de construção do resultado deu-se pela apuração dos seguintes itens economia, educação, empreendedorismo, governança, meio ambiente, mobilidade, saúde, segurança, tecnologia e urbanismo, como demonstrado na Figura 4.1.

Figura 4.1 – Itens considerados para o ranqueamento das cidades inteligentes no Brasil.



| Posição | UF | Município | Nota | Porte | Região |
|---------|----|--------------------|--------|-----------------|--------------|
| 1 | SP | São Paulo | 37,584 | Mais de 500 mil | Sudeste |
| 2 | SC | Florianópolis | 37,385 | Mais de 500 mil | Sul |
| 3 | PR | Curitiba | 37,375 | Mais de 500 mil | Sul |
| 4 | DF | Brasília | 37,314 | Mais de 500 mil | Centro-Oeste |
| 5 | ES | Vitória | 37,182 | 100 a 500 mil | Sudeste |
| 6 | SP | São Caetano do Sul | 36,942 | 100 a 500 mil | Sudeste |
| 7 | RJ | Rio de Janeiro | 36,907 | Mais de 500 mil | Sudeste |
| 8 | SP | Campinas | 36,389 | Mais de 500 mil | Sudeste |
| 9 | RJ | Niterói | 36,309 | Mais de 500 mil | Sudeste |
| 10 | BA | Salvador | 36,187 | Mais de 500 mil | Nordeste |
| 11 | SP | Barueri | 36,147 | 100 a 500 mil | Sudeste |
| 12 | SC | Balneário Camboriú | 35,975 | 100 a 500 mil | Sul |
| 13 | MS | Campo Grande | 35,537 | Mais de 500 mil | Centro-Oeste |
| 14 | SP | Santos | 35,506 | 100 a 500 mil | Sudeste |
| 15 | MG | Belo Horizonte | 35,075 | Mais de 500 mil | Sudeste |
| 16 | SC | Blumenau | 34,853 | 100 a 500 mil | Sul |

Fonte: (CITIES, 2021).

Se filtrar apenas para tecnologia e informação o resultado das cinco capitais que mais investem somente nesse setor são: Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Brasília, Salvador e Curitiba. As duas capitais que apareceram no primeiro cenário Brasília e Curitiba também aparecem entre as principais capitais brasileiras que investem em tecnologia e informação, o que pode promover

uma análise é de que as duas capitais têm um planejamento mais consolidado para a mobilidade das suas cidades.

Isso só mostra que as desigualdades sociais e econômicas se acentuam nas regiões mais pobres do Brasil. Isso faz pensar em uma ordem macro de planejamento que a iniciativa privada e governamental deve disponibilizar recursos e propostas para absorver as grandes capitais brasileiras em um novo caminho tecnológico, que melhore a mobilidade urbana em todos os lugares do território brasileiro.

4.2 São Paulo

São Paulo conta com uma Secretaria Municipal de Inovação e Tecnologia. A ideia é fazer com que essa área potencialize o uso das tecnologias para melhorar a vida das pessoas, a mobilidade e a sustentabilidade. A capital paulista conta com 3 parques tecnológicos e 11 incubadoras. Por eixo temático, a capital paranaense é ainda a que leva o primeiro lugar pela questão urbanismo, mas para o eixo mobilidade e sustentabilidade a capital paulista assume um potencial importante de desenvolvimento estratégico e ações na área no uso das tecnologias para incorporá-las no trânsito de sua gigantesca malha viária (INOVAÇÃO GOV TECH, 2020).

Mas apesar do ranqueamento mostrar São Paulo como uma cidade conectada pode-se dizer que esse o caminho para torná-la inteligente. Um exemplo disso, estaria na adoção dos semáforos inteligentes. Dos 6567 cruzamentos sinalizados, apenas 10 cruzamentos podem contar com os Semáforos Inteligentes (LARA, 2021).

São Paulo dispõe dentre essas tecnologias de três aplicativos inteligentes para melhorar a mobilidade urbana: Waze, Moovit e Uber. O aplicativo Waze tem a função de mostrar através do GPS aos motoristas rotas mais tranquilas, onde há trânsito lento e acidentes. Já o aplicativo Moovit auxilia no transporte realizado por metrô e ônibus. Os usuários terão informações para destinos, horários de quando saem e chegarão cada transporte. O aplicativo Uber, que é bem mais conhecido, oferece serviços semelhantes ao táxi, mas o aplicativo possui entre vantagens o deslocamento rápido e mais barato para os usuários (SAMPA, 2021).

Em pesquisa na ferramenta de busca no Google, utilizando filtros de publicações dos últimos 5 anos e com os descritivos Mobilidade urbana inteligente e as tecnologias disponíveis, foram elencados 159 resultados em 16 páginas.

A Figura 4.2 trás os resultados obtidos da busca por mobilidade urbana na cidade de São Paulo a seguir:

Figura 4.2 – Pesquisa de Busca na cidade de São Paulo.



Fonte: Google (2022).

A partir desses documentos foi possível coletar informações que serviram como base para a construção de um detalhamento de como essas tecnologias estão sendo usadas e quais são os exemplos de aplicação dentro desta cidade, conforme mostra a Figura 4.3.

Figura 4.3 – Tecnologias inteligentes na cidade de São Paulo.

| TECNOLOGIA | O QUE ELA FAZ | EXEMPLO DE APLICAÇÃO |
|--------------------------------|--|-----------------------------------|
| IoT | Monitora o fluxo de trânsito e com o semáforo inteligente, reordena a passagem de veículos com maior fluxo. | Prefeitura de São Paulo |
| Big Data | Monitora o fluxo e o deslocamento de pessoas que circulam nas vias de São Paulo em tempo real. | Instituto de Pesquisa Tecnológica |
| GPS | Através do aplicativo os motoristas poderão ter informações em tempo real sobre o fluxo de movimento, acidente e rotas alternativas no estado de São Paulo. | Waze |
| Inteligência Artificial | Faz reconhecimento facial das pessoas que utilizam o transporte público. Isso evita o uso do bilhete de ônibus para pessoas isentas por outras pessoas, de forma ilegal. | Setransp |

Fonte: Do autor (2022).

4.3 Florianópolis

A cidade de Florianópolis já há muito tempo vem despertando o interesse da área tecnológica. Tanto que em 2019 serviu de laboratório para diversas startups para inovarem no setor de tecnologia e apresentar produtos para ajudar a mobilidade urbana da capital catarinense. Uma das empresas fundadas em Vitória no Espírito Santos, a Sigmais validaria naquele mesmo ano uma solução da Internet das Coisas voltada para o gerenciamento de tráfego. Isso fez com que o faturamento da empresa crescesse exponencialmente. A tecnologia inventada não somente fazia uma contagem de estacionamentos vagos na cidade, como monitoria os tráfegos em todos os períodos do dia para potencializar esforços e melhorias em áreas com maiores problemas (INOVA, 2021).

Uma das tecnologias usadas na mobilidade urbana é o painel *Trancity da empresa Green4T*. Ela permite que o gestor público, com uma frota de 600 ônibus, ter o conhecimento da velocidade de cada coletivo e traça novas rotas para auxiliar o tráfego mais rápido dos ônibus coletivos (INOVA, 2021).

Tais tecnologias são importantes e pensadas para a cidade de Florianópolis, pois a capital de Santa Catarina conta com um território composto por uma ilha, pois o tráfego precisa ser monitorado evitando o descontrole de entrada e saída pela ponte que liga cidade a ilha.

Em pesquisa na ferramenta de busca no Google, utilizando filtros de publicações dos últimos 5 anos e com os descritivos Mobilidade urbana inteligente e as tecnologias disponíveis, foram elencados 146 resultados em 14 páginas, conforme Figura 4.4.

Figura 4.4 – Pesquisa de Busca na cidade de Florianópolis.



Fonte: Google (2022).

A partir desses documentos foi possível coletar informações que serviram como base para a construção de um detalhamento de como essas tecnologias estão sendo usadas e quais são os exemplos de aplicação dentro desta cidade, conforme mostra a Figura 4.5.

Figura 4.5 – Tecnologias inteligentes na cidade de Florianópolis.

| TECNOLOGIA | O QUE ELA FAZ | EXEMPLO DE APLICAÇÃO |
|--------------------------------|---|------------------------|
| IoT | Faz o monitoramento de vagas de trânsito disponíveis na Ilha de Florianópolis. Sensores são colocados nas cabeceiras das pontes e dão aos responsáveis os dados de movimento de veículos que circulam pela capital catarinense. | SIGMAIS |
| Big Data | Apresenta dados a prefeitura de Florianópolis sobre o volume de multas do tipo leve, médio e grave. Isso faz com que a prefeitura tenha dados para melhor gerenciar o tráfego na cidade catarinense. | CIASC |
| GPS | Tecnologia que monitora a velocidade dos ônibus e em vias de mais movimento controla à distância o movimento de cada veículo. | Green 4T |
| Inteligência Artificial | É um aplicativo com o uso de I.A que faz imagens de satélite e distribui os dados à prefeitura para perceber problemas urbanísticos como excesso de carros em uma via ou até mesmo o desmatamento. | Horus Smart Detections |

Fonte: Do autor (2022).

4.4 Curitiba

Curitiba no estado do Paraná é uma das cidades brasileiras que absorve não somente o conceito, mas ações e planejamento estratégico para ser considerada cidade inteligente. Já por muitas décadas a mobilidade urbana desse município foi uma das preocupações de seus gestores. Nessa condição, a cidade sempre traz para si as novas tecnologias para a gestão pública. Planeja-se até o ano de 2035 ações mais efetivas para tornar a cidade cada vez mais inovadora e o método roadmapping é um importante instrumento para tornar os espaços da cidade curitibana mais inteligente (LOCATELLI S.A.; VICENTIN, 2019).

Der acordo com Locatelli e Vicenti (2019, p. 9)

O desenho metodológico do projeto 2035 foi desenvolvido com fundamento na Prospectiva Estratégica da escola francesa e no método Roadmapping. A Prospectiva Estratégica é utilizada para a reflexão e a criação coletiva, o planejamento de longo prazo, a investigação dos futuros possíveis e a exploração das suas possibilidades, diferenciando-se de outras metodologias de planejamento ao obter e analisar as opiniões de diversos atores de forma estruturada, interativa, participativa, coordenada e sinérgica. (LOCATELLI; VICENTIN, 2019, p. 9).

Em relação ao transporte público da capital paranaense, ela se tornou referência para todo o mundo. Jaime Lerner, arquiteto e urbanista, projetou ainda na década de 1991 as Estações Tubo. Elas tinham a função de agilizar o transporte e a cobrança de tarifa para uma fase única. Isso faria com que todos os cidadãos pudessem se deslocar apenas com uma tarifa. Depois desse processo, o investimento foi na aquisição de novos ônibus, com novas tecnologias e maiores para atenderem a demanda de usuários da cidade curitibana como mostra a Figura 4.6 (BAZANI, 2021).

Figura 4.6 – Estação Tubo e dos Biarticulados de Curitiba.



Fonte: (BAZANI, 2021).

Em 2018 a cidade curitibana adotou em seus biarticulados o uso de tecnologias importantes que possibilitam a geolocalização, controle de velocidade em lugares específicos e monitoramento remoto. Isso faz com que a qualidade de serviço e a segurança sejam destaques. Outra questão é de que a tecnologia que é inédita no Brasil, funciona como regulador de velocidade em lugares próximos a grandes movimentos, escolas e hospitais (TRANSPORTE, 2022).

De acordo com Transporte (2018, p.1)

Esta solução inovadora e pioneira na América Latina funciona com uma tecnologia de alto nível, delimitando áreas criadas virtualmente por meio de um sistema desenvolvido pela Volvo. Toda vez que o veículo entrar numa destas áreas, o sistema de conectividade embarcada detecta automaticamente o local exato e fixa a velocidade de acordo com a programação remota. É uma

ação ativa no veículo, limitando a aceleração. Mesmo que o motorista pise no acelerador não conseguirá passar da velocidade limite programada para aquela região. (TRANSPORTE, 2018, p.1).

Desde o ano de 2018 quando foi incorporado na frota urbana do município de Curitiba, os ônibus com o uso de tecnologias de controle de velocidade, diminuiu os acidente e colisões frontais para mais de 46%. A URBS de Curitiba revela que isso só foi possível por planejamento, investimento e formação dos condutores e principalmente ao uso das tecnologias modernas (BAZANI, 2021).

Essa tecnologia funciona por controle de um GPS. Ele consegue identificar em tempo real onde está o motorista e aciona automaticamente a redução de velocidade. Mesmo que o motorista queira acelerar, essa ação não seria possível. Essa tecnologia está em ônibus da Volvo, que já começa a operar em outros centros urbanos como na cidade de São Paulo (BRUGNOLO, 2020).

Curitiba é uma das capitais pioneiras na adoção de tecnologias e elas estão cada vez mais presentes na vida das pessoas. Entre essas apontadas pelo uso nos ônibus articulados para torna-los conectados, integrados e inteligentes, a cidade adota o bilhete eletrônico. Não precisa mais o usuário comprar seu bilhete de passagem na hora do embarque. Ele pode ser comprado pela internet (CURTIBA, 2022).

Esse cartão eletrônico pode ter saldo carregado pelo próprio usuário, que faz o controle de gastos por interatividade com aplicativos próprios. Com isso, a questão de mobilidade rápida e o uso de tecnologias, torna o transporte público de Curitiba uma referência para todo o mundo. Isso faz com que a cidade crie percursos para se tornar cada vez mais inteligente e tecnológica.

Em pesquisa na ferramenta de busca no Google, utilizando filtros de publicações dos últimos 5 anos e com os descritivos Mobilidade urbana inteligente e as tecnologias disponíveis, foram elencados 146 resultados em 14 páginas.

A seguir, na Figura 4.7 segue o resultado da busca na cidade de Curitiba.

Figura 4.7 – Pesquisa de Busca na cidade de Curitiba.



Fonte: Google (2022).

A partir desses documentos foi possível coletar informações que serviram como base para a construção de um detalhamento de como essas tecnologias estão sendo usadas e quais são os exemplos de aplicação dentro desta cidade, conforme mostra a Figura 4.8.

Figura 4.8 – Tecnologias inteligentes na cidade de Curitiba.

| TECNOLOGIA | O QUE ELA FAZ | EXEMPLO DE APLICAÇÃO |
|--------------------------------|--|------------------------------|
| IoT | Trata-se de um sistema aplicado junto aos semáforos com câmeras fotográficas com leitura de placas, medição de velocidade e identificação de carros com restrições: sejam estas por ser veículo roubado, não pagamento de multas ou de IPVA, Este sistema identifica os veículos com problemas e aciona as autoridades. | Pumatronix |
| Big Data | Na área de coleta de lixo há uma solução que permite detectar quando as caçambas dos caminhões estão cheias para ajustar as rotas dos veículos que realizam as coletas, proporcionando economia de custos e redução de emissões de gases poluentes. | MinSait |
| GPS | Mostram em tempo real a localização dos ônibus. | Prefeitura de Curitiba/Volvo |
| Inteligência Artificial | Trata-se de um aplicativo que monitora pessoas em distanciamento dentro dos serviços públicos de transporte. O objetivo é observar como as pessoas estão se comportando referente ao respeito às medidas sanitárias durante a pandemia de Covid-19. Para calcular o distanciamento o aplicativo usa um algoritmo que processa as imagens, quadro a quadro, e que, após identificar as pessoas, calcula a distância entre elas. | Prefeitura de Curitiba |

Fonte: Do autor (2022).

4.5 Brasília

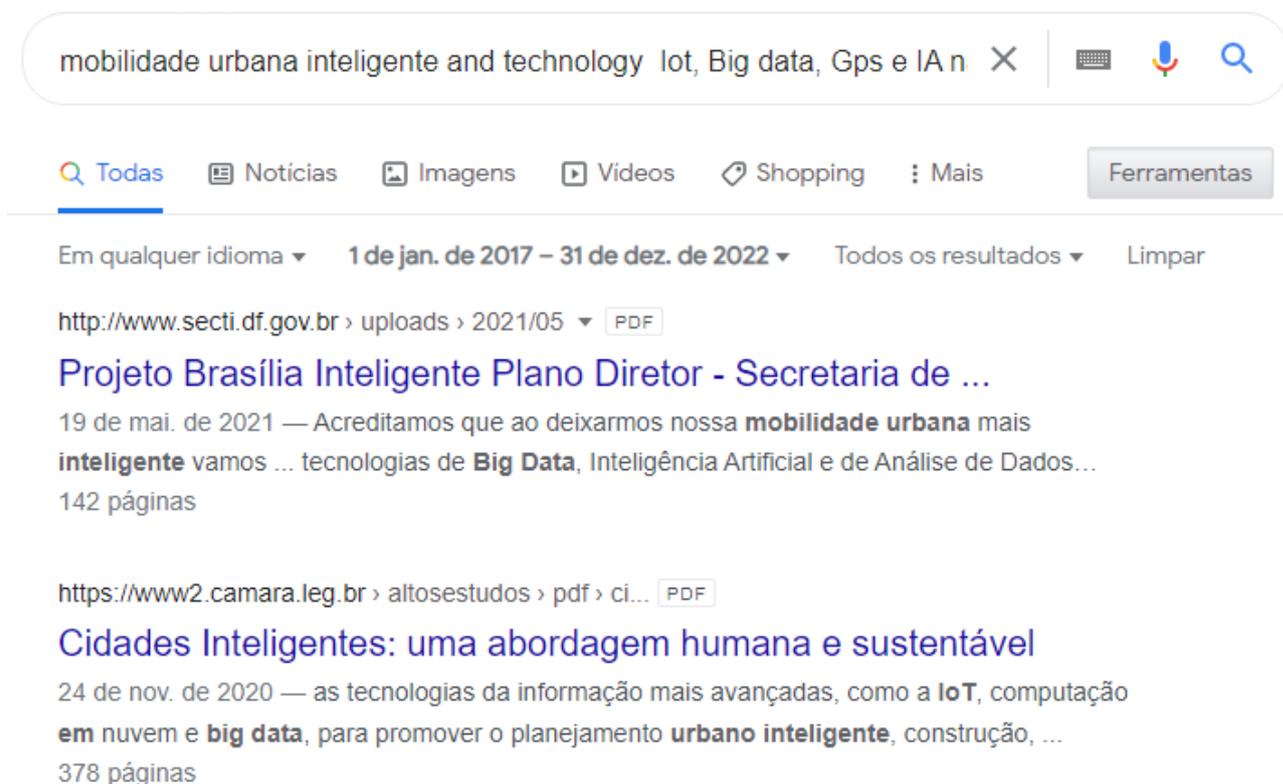
Brasília é uma das cidades que se destacam por uma extensa quilometragem de extensão de ciclovias, o que dinamiza as questões da mobilidade e sustentabilidade. Outro ponto importante é que a capital brasileira já faz um grande planejamento para se tornar um dos maiores polos tecnológicos do país. Brasília corre atrás de adoção de tecnologia para que ela absorva cada vez mais o conceito de cidade inteligente e busca consolidar três princípios: governança, ambiental e social (LARA, 2021).

Em Brasília uma das tecnologias adotadas para melhorar a mobilidade urbana é o aplicativo Yourb. Através dele, os motoristas podem se comunicar entre si, dando informações sobre o trânsito, dificuldades com passageiros, percurso e outros assuntos pertinentes. Essa pla-

taforma é parecida com o já adotada pela UBER, mas promete passar valores mais justos entre os motoristas que disponibilizam esse serviço (BRASÍLIA, 2021).

Em pesquisa na ferramenta de busca no Google, utilizando filtros de publicações dos últimos 5 anos e com os descritivos Mobilidade urbana inteligente e as tecnologias disponíveis, foram elencados 146 resultados em 14 páginas, conforme Figura 4.9..

Figura 4.9 – Pesquisa de Busca na cidade de Brasília.



Fonte: Google (2022).

A partir desses documentos foi possível coletar informações que serviram como base para a construção de um detalhamento de como essas tecnologias estão sendo usadas e quais são os exemplos de aplicação dentro desta cidade, conforme mostra a Figura 4.10.

Figura 4.10 – Tecnologias inteligentes na cidade de Brasília.

| TECNOLOGIA | O QUE ELA FAZ | EXEMPLO DE APLICAÇÃO |
|---|---|----------------------|
| IoT | Trata-se de um aplicativo em IoT e é usado entre os motoristas que fazem o transporte de pessoas na capital. Ele dá informações aos motoristas sobre o comportamento de passageiros, passa informações ao motorista de como está o trânsito na cidade e melhores rotas de deslocamento. | Yurb |
| Big Data Inteligência Artificial | Semáforos Inteligentes. Monitora o tráfego de veículos e com o uso de Inteligência Artificial deixa o tráfego mais rápido. | STTP |
| GPS | Otimiza a utilização do maquinário e coíbe falhas e possíveis fraudes. | Novacap |

Fonte: Do autor (2022).

Essas tecnologias adotadas e que faz parte de um conjunto de ações das cidades inteligentes fazem com que os gestores públicos e privados tenham ferramentas importantes no auxílio do tráfego de trânsito. As grandes cidades possuem diversos problemas como congestionamento, desrespeito às regras de trânsito e conflitos entre pedestres e veículos, por isso as cidades inteligentes precisam de novos produtos advindos das novas tecnologias para melhorar a vida das pessoas.

5 CONCLUSÃO

Planejar a construção e a própria evolução das cidades na era moderna é um requisito de um bom gestor. O bom planejamento já faz parte da rotina de grandes empresas pelo mundo. Porém na parte pública esse viés deixou lacunas que materializaram problemas. Desde que o Brasil com a tomada da produção industrial promoveu a migração maciça das pessoas do campo para as grandes cidades ainda em 1930, fez com que elas absorvessem muitas pessoas sem que houvesse estruturas mínimas para acomodá-las.

Por décadas isso aconteceu. O reflexo de tudo isso são diversos problemas habitacionais, poluição, degradação do meio ambiente e foco desse artigo, a mobilidade urbana. A questão da mobilidade de veículos e pessoas se tornou um dos grandes desafios da gestão pública. Há muitos carros e poucas vias seguras para o trânsito seguro de todos. Com isso, além de níveis mais elevados na poluição, há conflitos entre pedestres, veículos e todos que de certa forma usam as vias urbanas para se locomoverem.

Mas se todo o mal causado pela má gestão do passado ocasionou problemas nas grandes cidades, a evolução das tecnologias da informação se apresenta como importante recurso para amenizar problemas e propor novas soluções. Uma ferramenta dessa área de TI é a Technology Roadmap que auxilia a coleta de informações e transforma em possibilidades na tomada de decisões com o desenvolvimento de aplicativos inteligentes utilizando tecnologias como IoT, GPS, Inteligência Artificial e Big Date. É um instrumento estratégico para monitorar problemas de mobilidade urbana e propor soluções. É um mecanismo simples, mas importante. Ao longo dessa pesquisa apontaram-se o seu uso e de como elas podem fazer parte de um novo conceito de cidades, as *smart cities*. Entretanto, foi possível perceber que o uso dessas tecnologias ainda é efêmero, bem diferente dos países da União Europeia. Uma das cidades que caminha para um percurso consoante com as novas tecnologias, é Curitiba. A cidade paranaense já faz estudos e parcerias para implantar novas concepções urbanas interligadas às cidades inteligentes.

Ao estudar o tema, a limitação encontrada foi na busca de material atual que melhor descrevesse o uso de cada tecnologia nas cidades com maior potencial de inovação. Dessa forma, espera-se que no futuro ampliem-se um campo científico de estudos e bibliográficos sobre. Espera-se que com isso, a busca por fontes mais atuais, não sejam barreiras encontradas por futuros pesquisadores. Essa pesquisa conseguiu responder os objetivos específicos a que se propôs estudar. Desse modo, apresentou como se configura a mobilidade urbana nos grandes centros das cidades e de como as tecnologias podem ser importantes ferramentas para auxiliar

na gestão pública a organizar melhor o trânsito e o fluxo de pedestres. Além disso, mesmo com escassez na literatura sobre as tecnologias usadas pelas capitais brasileiras, pode-se demonstrar o que São Paulo, Curitiba, Brasília e Florianópolis, estão adotando para ter uma cidade inteligente. Dessa mesma forma, foram descritas as tecnologias utilizadas para que as cidades inteligentes possam desempenhar seu papel em uma sociedade tecnológica e de inovação. Cabe dizer que ao longo do tema sobre a tecnologia roadmapping houve um intenso discurso e busca na literatura para mostrar que essa ferramenta é um importante componente estratégico para reorganizar a mobilidade urbana nas grandes cidades.

Portanto, o que se percebeu ao longo desse estudo é que o assunto é novo, por isso encontrou-se muita dificuldade em encontrar materiais para pesquisa e exemplo do uso das tecnologias inteligentes. Isso abre um campo importante para novos estudos e buscas por empresas públicas e privadas para o uso e comercialização dessas tecnologias, sobretudo, seriam um passo contributivo para melhorar a vida dos cidadãos nas cidades pelo mundo.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, G. M. de et al. Princípios do novo urbanismo no desenvolvimento de bairros sustentáveis brasileiros. **Revista de Arquitetura IMED**, v. 2, n. 1, p. 90–96, 2018.
- AUTOPASS. **Cidades Inteligentes. Uso de IoT**. 2022. Disponível em: <<https://autopass.com.br/2022/01/20/cidades-inteligentes/>>.
- AZEVEDO, G. **Cidades Inteligentes e as Melhorias da Tecnologia em Mobilidade Urbana**. [S.l.: s.n.], 2021. v. 16.
- BATTARRA, R. et al. Smart mobility in italian metropolitan cities: A comparative analysis through indicators and actions. **Sustainable cities and society**, Elsevier, v. 41, p. 556–567, 2018.
- BAZANI, A. **BRT está mais barato e melhor com novas tecnologias de construção civil**. 2021. Disponível em: <<https://www.mobilize.org.br/noticias/808/curitiba-brt-esta-mais-barato-e-melhor-com-novas-tecnologias-de-construcao-civil.html>>
- BRASÍLIA, R. J. **Brasília ganha primeiro aplicativo de mobilidade urbana local**. 2021. Disponível em: <<https://jornaldebrasil.com.br/brasil/aplicativo-de-mobilidade-urbana/>>.
- BRUGNOLO, B. **Controle de velocidade criado para biarticulados de Curitiba vai ser usado em outros países**. 2020. Disponível em: <<https://tribunapr.uol.com.br/noticias/curitiba-regiao/control-de-velocidade-criado-para-biarticulados-de-curitiba-vai-ser-usado-em-outros-paises/>>.
- CARVALHO, R. P. d. L. d. Tarifa comercial zero em volta redonda: a mobilidade urbana e a interligação dos centros comerciais através do ônibus elétrico. Volta Redonda, 2020.
- CHAVEZ, D. **ONU prevê que cidades abriguem 70% da população mundial até 2050**. 2019. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2019/02/1660701>>.
- CHENG, L.; FLEURY, A.; FREITAS, J. **Roadmapping: uma abordagem estratégica para o gerenciamento da inovação em produtos, serviços e tecnologias**. [S.l.]: Elsevier Brasil, 2021.
- CITIES, C. S. **Cidades Inteligentes Humanas e Sustentáveis**. 2021. Disponível em: <https://ranking.connectedsmartcities.com.br/?_ga=2.89196571.1207432034.1649679823-2033818783.1649679823>.
- CURTIBA, P. M. D. **Cartão Transporte, Consulta de Saldo e Extrato**. 2022. Disponível em: <<https://www.curitiba.pr.gov.br/servicos/cartao-transporte-consulta-de-saldoextrato/114>>.
- FERREIRA, L. **O que é Technology Roadmap (TRM) e como usá-lo?** 2021. Disponível em: <<https://troposlab.com/o-que-e-technology-roadmap-trm/>>.
- FORTES, M. B. **Tecnologias disruptivas e mobilidade urbana: inovações para o desenho das cidades**. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2020.
- INOVA, c. i. d. R. d. I. R. S. **Startups com soluções para cidades inteligentes expandem após programa de incubação em Florianópolis**. 2021. Disponível em: <<https://scinova.com.br/startups-com-solucoes-para-cidades-inteligentes-expandem-apos-programa-de-incubacao/>>.

JÚNIOR, E. P. L.; TAVARES, L. E. dos S.; PESSOA, A. V. B. M. Roadmap tecnológico: proposta de uma métrica para levantamento de demandas e ofertas tecnológicas. **Parcerias Estratégicas**, v. 16, n. 33, 2021.

JUNQUEIRA, A. **A Quarta Revolução Industrial e o potencial impacto da Indústria 4.0 sobre o emprego**. Tese (Doutorado), 2020.

LABS, A. **Um Roadmap que Orienta as Cidades serem Inteligentes**. 2022. Disponível em: <<https://www.actionlabs.com.br/insights/um-roadmap-que-orienta-cidades-a-se-tornarem-smart-cities/>>.

LARA, R. **Luz verde: como seria se todos os semáforos fossem inteligentes**. 2021. Disponível em: <https://ranking.connectedsmartcities.com.br/?_ga=2.89196571.1207432034.1649679823-2033818783.1649679823.>

LOCATELLI S.A.; VICENTIN, I. O planejamento estratégico para uma cidade inteligente sob a ótica do curitiba 2035 e o ranking connected smart cities. v. 8, p. 497–522, 2019.

LU, H.-P.; CHEN, C.-S.; YU, H. Technology roadmap for building a smart city: An exploring study on methodology. **Future Generation Computer Systems**, Elsevier, v. 97, 2019.

MACHADO, L.; PICCININI, L. S. Os desafios para a efetividade da implementação dos planos de mobilidade urbana: uma revisão sistemática. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, SciELO Brasil, v. 10, p. 72–94, 2018.

MAZIERO S. M. B; BRITO, C. d. S. Conceitos de tecnologia e cultura digital: Implicações no cotidiano das escolas do paraná. iii seminário internacional de representações sociais. **Educação, Pontifícia Universidade Católica do Paraná**, v. 1, 2017.

MELO, C. **Veja cidades mais conectadas do Brasil, com São Paulo e Florianópolis no topo**. 2021. Disponível em: <<https://mundoconectado.com.br/noticias/v/20806/veja-cidades-mais-conectadas-do-brasil-com-sao-paulo-e-florianopolis-no-topo#:~:text=De%20acordo%20com%20o%20Ranking,%22%2C%20que%20significa%20cidade%20inteligente>>.

RIBEIRO, M. F.; ARAUJO, R. M. de. Technology roadmap (trm) e suas aplicações em sistemas de informação. **Sociedade Brasileira de Computação**, 2019.

SAMPA, M. **Top 3 aplicativos que melhoram a mobilidade de São Paulo**. 2021. Disponível em: <<https://mobilidadesampa.com.br/2022/03/top-3-aplicativos-que-melhoram-a-mobilidade-de-sao-paulo/#:~:text=O%20Waze%20%20%20um%20dos,s%20definidos%20pelo%20pr%20%20%20usu%20%20A%20rio.>>

SEGURAS, V. **Acidentes na Cidade de São Paulo**. 2018. Disponível em: <http://vias-seguras.com/os_acidentes/estatisticas/estatisticas_estaduais/estatisticas_de_acidentes_no_estado_de_sao_paulo/acidentes_na_cidade_de_sao_paulo.>

SHAMSUZZOHA, A. et al. Smart city for sustainable environment: A comparison of participatory strategies from helsinki, singapore and london. **Cities**, Elsevier, v. 114, p. 103194, 2021.

SILVA, G. J. A. d. Cidades sustentáveis: uma nova condição urbana: estudo de caso: Cuiabá-mt. 2017.

TRANSPORTE, D. D. **Curitiba Ganha Biarticulados Conectados**. 2022. Disponível em: <<https://diariodotransporte.com.br/2018/04/02/curitiba-ganha-biarticulados-conectados/>>.

VERASZATO E.V; SILVA, D. M. N. d. A. e. a. **Tecnologia: Buscando por uma Definição para o Conceito**. 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/266374098_Tecnologia_Buscando_uma_definicao_para_o_conceito_Technology_Looking_for_a_definition_for_the_concept.>

WANG, S. J.; MORIARTY, P. Can new communication technology promote sustainable transport? **Energy Procedia**, Elsevier, v. 142, p. 2132–2136, 2017.

WHITE, G. et al. A digital twin smart city for citizen feedback. **Cities**, Elsevier, v. 110, p. 103064, 2021.