



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS
COLEGIADO DO CURSO DE ENGENHARIA DE CONTROLE
E AUTOMAÇÃO - CECAU**



AMANDA LUÍZA DO NASCIMENTO

**SMART CITIES – IMPULSIONADORES E IMPACTOS
SOCIOECONÔMICOS.**

**MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE CONTROLE E
AUTOMAÇÃO**

Ouro Preto, 2020

AMANDA LUÍZA DO NASCIMENTO

**SMART CITIES – IMPULSIONADORES E IMPACTOS
SOCIOECONÔMICOS.**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de Engenheiro de Controle e Automação.

Orientadora: Profa. Regiane de Sousa e Silva Ramalho, M.Eng

**Ouro Preto
Escola de Minas – UFOP
2020**

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

N244s Nascimento, Amanda Luiza do .
Smart Cities [manuscrito]: Impulsionadores e impactos
socioeconômicos. / Amanda Luiza do Nascimento. - 2020.
63 f.: il.: color., gráf..

Orientadora: Profa. Ma. Regiane de Sousa e Silva Ramalho.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto.
Escola de Minas. Graduação em Engenharia de Controle e Automação .

1. Cidades e vilas - Smart Cities. 2. Arquitetura e tecnologia. 3.
Qualidade de Vida. 4. Tecnologia - Aspectos sociais. I. Ramalho, Regiane
de Sousa e Silva. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 681.5

Bibliotecário(a) Responsável: Maristela Sanches Lima Mesquita - CRB:1716



FOLHA DE APROVAÇÃO

AMANDA LUÍZA DO NASCIMENTO

SMART CITIES - IMPULSIONADORES E IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS

Membros da banca

Adrielle de Carvalho Santana - Dr. - UFOP
Karla Boaventura Pimenta Palmieri - Dr. - UFOP
Regiane de Sousa e Silva Ramalho - Ms. - UFOP

Versão final
Aprovado em 14 de outubro de 2020

De acordo

Regiane de Sousa e Silva Ramalho



Documento assinado eletronicamente por **Regiane de Sousa e Silva Ramalho, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 19/10/2020, às 16:20, 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 **0093847** e o código CRC **2D950E29**.

Referência: Caso responda este documento, indicar expressamente o Processo nº 23109.007921/2020-42

SEI nº 0093847

R. Diogo de Vasconcelos, 122, - Bairro Pilar Ouro Preto/MG, CEP 35400-000
Telefone: 3135591533 - www.ufop.br

*Este trabalho é dedicado às mulheres que,
enfrentaram a desigualdade em busca
do sonho de se tornar engenheiras.*

AGRADECIMENTOS

Não vejo como começar com outras pessoas, obrigada aos meus pais Consola e Antônio, vocês foram os principais responsáveis pela conclusão da minha graduação, e é a vocês que a dedico. Mãe, obrigada por sempre me defender e confiar em mim e nas minhas escolhas de olhos fechados. Pai, por apoiar em todas as decisões, dar todo o suporte que precisei e ter me ensinado sobre caráter. E aos demais familiares que sempre torceram por mim e me desejaram o bem. Obrigada aos meus irmãos, Sibeles, por ser sempre uma grande inspiração e me incentivar a ir sempre atrás dos meus sonhos e não desistir deles, Marco Antônio, por apaziguar qualquer tensão, e tirar um sorriso do meu rosto até nos dias difíceis, Táciela, por ser a minha maior proteção e protegida, por todas as conversas e apoio. Agradeço a todos os meus amigos de longa data, que continuaram vivendo comigo cada momento de alegria, tristeza e realizações. Dauberson, Daianna, Tamíres, Camila, Tatiane, Marina, Eduardo, Pedro, Lázaro, a amizade de vocês são essenciais. Obrigada André, por toda paciência, compreensão, apoio, força e amor, por me fazer querer continuar e ficar. Agradeço também aos amigos que conquistei durante a graduação, em especial Marcelo, Rafael, Fernando, Diego, Luíz, Antônio, Wilson, Dani, Wilker e Anderson, nossos dias de estudos, conversas, confraternizações e amizade foram extremamente fundamentais para que esse curso fosse concluído. A graduação foi mais legal e mais leve com vocês.

*“Apenas tente algo novo. Não tenha medo. Saia de sua zona de conforto e voe.”
(Michelle Obama)*

RESUMO

A urbanização e rapidez do crescimento populacional acarreta o aumento da gravidade dos problemas que já existiam nas cidades, interferindo diretamente na vida e cotidiano das pessoas e na economia das cidades. Assim, inicia-se a busca por medidas que melhorem a qualidade de vida das pessoas, assim como o desenvolvimento econômico. Na nova era, onde as coisas e as pessoas são movidas pela tecnologia, e com a Indústria 4.0, na qual ganha espaço a fusão de tecnologias físicas, biológicas e digitais e é considerada o início de uma transformação fundamental para a contemporaneidade, criam-se expectativas de soluções para esses problemas. A partir daí, começa a se falar das *Smart Cities* (Cidades Inteligentes), cujo conceito está em evolução desde a década de 80, e busca-se avaliar as diversas variáveis que juntamente com o fator tecnológico e com a evolução da Internet das Coisas, são fundamentais para colocá-lo em prática. No atual contexto, foi realizado um estudo acerca dos fatores, impulsionadores e impactos que envolvem *Smart Cities*, e este será apresentado nesse Trabalho de Conclusão de Curso. Com o auxílio de pesquisa de campo e metodologia de revisão bibliográfica, é possível, por fim, identificar os impulsionadores e impactos causados pelas Cidades Inteligentes.

Palavras-chaves: *Smart Cities*. Tecnologia. Qualidade de Vida.

ABSTRACT

The urbanization and the fast population growth lead to an increase in the severity of the problems that have already existed in the cities, directly affecting people's life and the cities economy. Therefore, the search and need to find methods to improve people's life quality and economic development is started. In the new age, where things and people are driven by technology, and with Industry 4.0, where the fusion between physical, biological and digital technologies gains space and is considered the beginning of a fundamental transformation for modern-day, makes expectations and solutions to these problems be created. From that point on, start to talk about Smart Cities, where their concept has been developing since 1980s, and seem to evaluate the many variables that together with the technological factor and the evolution of the Internet of Things, are essential to put it into practice. In the current context, a study was organized at the factors, drivers and impacts involving Smart Cities, and this will be presented in this Final undergraduation work. With the help of field research and literature review methodology, it is possible, finally, to identify the drivers and impacts caused by Smart Cities.

Key-words: Smart Cities. Technology. Life Quality.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Projeção da População Mundial até 2100.	13
Figura 2 – População Rural e Urbana Mundial Entre 1950 e 2050.	19
Figura 3 – Características das infraestruturas urbanas e suas implicações	23
Figura 4 – Características das Infraestruturas Físicas e Digitais, Formando a Infraestrutura Inteligente.	25
Figura 5 – Publicações sobre cidades inteligentes e cidades digitais entre 1993 e 2012.	28
Figura 6 – Elementos constitutivos da digitalização	34
Figura 7 – Os 6 V’s Representativos do <i>Big Data</i>	35
Figura 8 – Embarque e Desembarque nos Ônibus	44
Figura 9 – Trajeto Linha Taquaral x UFOP	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ONU	Organização das Nações Unidas
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
IoT	Internet das Coisas
EUA	Estado Unidos da América
ARPA	<i>Advanced Research Project Agency</i>
MIT	Massachusetts Institute of Technology
M2M	Machine to Machine
PVM	Parallel Virtual Machine
MPI	Message Passing Interface
COR	Centro de Operações do Rio de Janeiro
CET	Companhia de Engenharia de Tráfego
TI	Tecnologia da Informação
AWS	<i>Amazon Web Services</i>
SaaS	<i>Software as a Service</i>
IA	Inteligência Artificial
GPS	<i>Global Positioning System</i>
UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Estado da arte	13
1.2	Objetivos gerais e específicos	14
1.3	Justificativa do trabalho	15
1.4	Estrutura do trabalho	16
2	REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1	Fundamentação Teórica	17
2.1.1	<i>Inovação Disruptiva</i>	17
2.1.2	<i>Urbanização e Demografia</i>	17
2.1.3	<i>Desenvolvimento Tecnológico</i>	19
2.2	Cidades e Infraestrutura Urbana	21
2.2.1	<i>Infraestrutura Inteligente</i>	24
2.2.2	<i>Onde a Tecnologia Faz Diferença?</i>	25
2.2.3	<i>Cidades Inteligentes versus Cidade Digital</i>	26
3	DESENVOLVIMENTO	29
3.1	Cidades Inteligentes: Impulsionadores Tecnológicos	29
3.1.1	<i>Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs)</i>	29
3.1.2	<i>Internet das Coisas - IoT</i>	31
3.1.3	<i>Big Data</i>	34
3.1.4	<i>Computação em Nuvem</i>	37
3.1.5	<i>Inteligência Artificial e Machine Learning</i>	38
3.2	Mobilidade Inteligente	39
4	METODOLOGIA	41
4.1	Pesquisa de Campo na Cidade Ouro Preto - MG	42
4.2	Método e Procedimento de Análise	44
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
6	CONCLUSÃO	52
	REFERÊNCIAS	55
	APÊNDICE A – FORMULÁRIO PESQUISA DE CAMPO NA CIDADE DE OURO PRETO	60

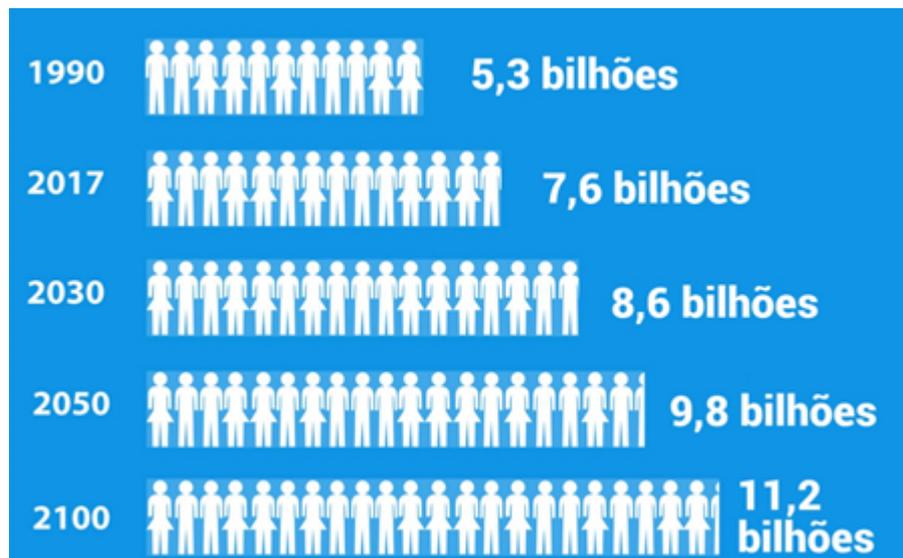
APÊNDICE B – OPINIÃO DOS COLABORADORES SOBRE A MU- DANÇA	62
---	-----------

1 INTRODUÇÃO

1.1 Estado da arte

Embora o ritmo do crescimento populacional ser o mais lento já visto desde 1950, a população mundial continua a crescer. De acordo com o relatório “*World Population Prospects 2019*” divulgado pela Organização das Nações Unidas (ONU), a população mundial chegou a 7,7 bilhões de pessoas em meados do ano 2018, tendo adicionado um bilhão de pessoas desde 2007 e dois bilhões desde 1994. O auge do crescimento populacional ocorreu nos anos entre 1965 e 1970, onde chegou a aumentar em média 2,1 por cento ao ano. Desde então, o ritmo de crescimento da população global teve uma queda, diminuindo pela metade, chegando a cerca de 1,1 por cento ao ano, nos anos entre 2015 e 2020, e a projeção é que continue a desacelerar até o final do século XXI. É estimado que, até 2030 a Terra terá até 8,6 bilhões de pessoas, 9,8 bilhões em 2050 e 11,2 bilhões em 2100 (Figura 1) (United Nations, 2019b).

Figura 1 – Projeção da População Mundial até 2100.



Fonte: (Nações Unidas Brasil, 2017)

Com o efeito da Globalização, o conceito de Cidade Contemporânea surge, devido ao fato das cidades estarem interligadas e relacionadas entre si. Essas cidades possibilitam que as pessoas tenham acesso a um maior número de informação e melhor infraestrutura. E elas estão em constante mudança e evoluem ao longo do tempo. Como resultado, a sociedade está indo em busca da melhora do padrão de vida e, assim, grande parte das pessoas migram para os grandes centros. Tal migração ocorre devido ao pressuposto de que “A cidade [...] pode oferecer oportunidades significativas para a redução da pobreza, educação, promoção da saúde, equidade de gênero e para a promoção do desenvolvimento sustentável” (MARTINE, 2007). No início

do século XX, apenas 10 por cento da população vivia em meio urbano e, hoje, 54 por cento das pessoas vivem nas áreas urbanas, e a expectativa é que chegue em 66 por cento em 2050 (UNRIC, 2019).

Nesse cenário, o aglomerado nas áreas metropolitanas passam a dificultar o atendimento de tamanha demanda social e de infraestrutura urbana (GROSTEIN, 2001), gera diversos desafios que consiga manter a congestão, resolver a falta de moradia adequada e desigualdade. Coligada ao déficit de planejamento e administração sócio-política, nota-se um desprovimento no desenvolvimento da comunicação, transporte, educação, saúde e demais serviços públicos. Portanto, espera-se a melhoria dos serviços urbanos proporcional à migração urbana. Assim surgem projetos com o objetivo de tornar os cidadãos, a economia, o meio ambiente, a mobilidade urbana e o governo mais inteligentes (LEMOS, 2013). A utilização da tecnologia da comunicação, da informação e internet das coisas para melhorar a qualidade de vida das pessoas, focar nas necessidades do cidadão e trazer resiliência para cidades integram a definição de *Smart Cities* ou Cidades Inteligentes.

No decorrer dos últimos anos, muitos autores apresentaram conceitos para o termo Smart Cities. Toppeta (2010), diz que Cidades Inteligentes

"São aquelas que combinam as facilidades das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e da *Web 2.0* com os esforços organizacionais, de design e planejamento, para desmaterializar e acelerar os processos burocráticos, ajudando a identificar e implementar soluções inovadoras para o gerenciamento da complexidade das cidades."

Entretanto, para que seja implementado os conceitos de Cidades Inteligentes de maneira efetiva, sua prática deve ir além de processos tecnológicos isolados. Sandrini (2018) define como

"Nas cidades inteligentes, o cidadão e os serviços essenciais estão conectados, utilizam energia limpa, reaproveitam a água, tratam o lixo, compartilham produtos, serviços e espaços, se deslocam com facilidade e usufruem de serviços públicos de qualidade. Além disso, a cidade inteligente cria laços culturais que une seus habitantes, propicia desenvolvimento econômico e melhoria da qualidade de vida."

1.2 Objetivos gerais e específicos

O presente trabalho de conclusão de curso, tem por objetivo geral realizar um estudo em torno das *Smart Cities*, apresentando os diversos conceitos teóricos e mostrando casos reais ao redor do mundo, incluindo pequenas cidades como Ouro Preto – Minas Gerais – como exemplificação, considerando a problemática urbana local.

Por objetivos específicos, o trabalho busca:

- Expor diversos conceitos existentes, buscando formular uma definição completa e eficaz, unificando as características mais marcantes;
- Apresentar problemas socioeconômicos e as diferentes soluções disponíveis;

- Identificar e avaliar quais problemas a população de uma cidade possui, e se está sendo prioridade resolvê-los;
- Abordar os conceitos de Cidades Inteligentes para aplicação prática no cotidiano dos usuários da cidade de Ouro Preto e os desafios relacionados a sua implantação.

1.3 Justificativa do trabalho

O acelerado cenário da urbanização e necessidade de adequação das cidades às mudanças que aparecem, são considerados desafios em ascensão e persistentes na humanidade. Mais da metade da população mundial saiu do interior e vive em cidades atualmente, e a tendência é desse número aumentar gradativamente, devido às pessoas estarem sempre em busca do novo, da tecnologia de ponta, conhecimento e qualidade de vida. A falta de adaptação das cidades com esse fluxo de pessoas, agravam problemas que já existiam antes da migração. Nos Estados Unidos estima-se que são perdidos 121 bilhões de dólares por ano com trânsito (CASTRO, 2017), devido aos constantes congestionamentos que comprometem o deslocamento dos trabalhadores, e conseqüentemente, a produtividade da cidade. Dados da UNESCO mostram que cerca de 263 milhões de crianças abaixo de 17 anos estão fora das escolas (UNESCO, 2018); o medo causado pela violência urbana prejudica criação de empreendimentos em áreas ameaçadoras; a falta de hospitais e infraestrutura aumentam o número de mortes. Deve-se aprimorar, além do planejamento das cidades, a maneira que é formatada o estilo de vida.

O crescimento das Tecnologias da Informação e Comunicação e da Internet das Coisas (IoT), propõe resolver o problema do cidadão ao aplicar a tecnologia, sendo passo primordial, melhorar a qualidade de vida. Os pilares das Cidades Inteligentes consideram a perspectiva das economias criativa, compartilhada, co criação e trazer resiliência para a cidade. Embora haja o problema de migração, existem “cidades fantasmas” onde conceitos de *Smart Cities* são trabalhados, para seu desenvolvimento.

Cidades Inteligentes são promitentes, pois a colisão entre os cidadãos e o fluxo de dados sobre elas concederá laboratórios cívicos, no qual a tecnologia é adequada de maneira inovadora com o objetivo de atender às necessidades locais. Portanto, tecnologias inteligentes são capazes de auxiliar o planejamento urbano e ajudar a identificar e estabelecer as devidas políticas urbanas.

Cidades como Ouro Preto, mesmo não sendo consideradas grandes centros urbanos, vêm implementando tecnologias para a cidade. Todavia, as iniciativas pertinentes a essa implantação são vastamente questionadas pela população. Assim, é importante explicitar a função das iniciativas de *Smart Cities* em municípios, com intuito de melhorar o conhecimento do conceito, otimizar e melhorar sua implantação.

1.4 Estrutura do trabalho

Este trabalho foi estruturado em 5 capítulos. O primeiro capítulo, deseja contextualizar através da introdução, a apresentação do tema, mostrando os objetivos que o trabalho deseja alcançar e sua justificativa.

No segundo capítulo consta a Revisão Bibliográfica, ao qual mostra os referenciais teóricos e as demais pesquisas e dados relevantes para a criação do presente trabalho de conclusão de curso.

O capítulo 3 se atém ao desenvolvimento do trabalho, mostrando detalhadamente quais áreas de estudos foram utilizadas, e qual a metodologia foi aplicada para que a realização do trabalho ocorresse de forma eficaz.

No capítulo 4, é apresentado o resultado final de acordo com o objetivo que foi traçado, mostrando os dados e resultados que foram coletados ao longo do trabalho.

O quinto capítulo aborda as considerações finais. Neste é feito um breve resumo dos capítulos anteriores, mostrando se o objetivo do trabalho foi realizado, assim como a opinião da autora acerca do trabalho, além de sugestões para trabalhos futuros.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Fundamentação Teórica

2.1.1 Inovação Disruptiva

A disrupção pode ser considerada como uma interrupção, rompimento ou suspensão de um processo já preestabelecido. Fala-se que algo é disruptivo quando o seguimento normal de um processo é quebrado ou afastado do seu funcionamento usual. A Terra tem 4,5 bilhões de anos e a primeira forma de vida no planeta surgiu após 1 bilhão de anos e, depois de 3,3 bilhões de anos, os seres humanos começaram a desenvolver na Terra, ou seja, a raça humana habita o planeta há 0,005 por cento do tempo do seu surgimento. Com esse ponto de vista, (CASTRO, 2017) acredita que a maior disrupção que já ocorreu na Terra foi o surgimento dos seres humanos e o crescimento acelerado e repentino da população mundial.

O conceito de disrupção tem sido usado com grande frequência quando se trata de inovação tecnológica, como forma de descrever o serviço ou produto que emprega um método “disruptivo” ao invés de evolutivo para, com isso, dominar uma tecnologia real existente no mercado. Christensen, foi considerado o criador da teoria da inovação disruptiva e defende que esse conceito possui três principais pilares para transformar um setor existente, sendo eles: conveniência, simplicidade e acessibilidade. A conveniência é um fator importante pois é capaz de resolver problemas reais da sociedade, promovendo o bem-estar, juntamente com a acessibilidade e simplicidade, pois é necessário que as soluções não sejam restritas apenas para um grupo e que sejam empregadas com facilidade e de forma simples pela população, seja no seu custo ou na sua usabilidade (CHRISTENSEN; RAYNOR; MCDONALD, 2015).

Quando um mercado não possui crescimento ou já está defasado e é impactado por uma nova ideia, tecnologia ou produto que redefine a indústria, acontece a inovação disruptiva. Nos centros urbanos, as inovações tecnológicas disruptivas, propõe um futuro panorama, onde a integridade da informação, possibilita ao gestor público, um controle qualitativo e acentuado do que acontece no ecossistema do município; sendo de suma importância tanto para o planejamento quanto para a economia de recursos municipais. Estes dados, permitem apontar as necessidades da população de forma ampla, assim como solucionar uma maior complexidade de problemas (SARAVALLI, 2017).

2.1.2 Urbanização e Demografia

O crescimento vegetativo da Terra – obtido através da relação entre a taxa de natalidade e a taxa de mortalidade – é o fator que mostra o crescimento populacional mundial, sendo intensificado no início do século XVIII. O crescimento demográfico impulsionou a ponto de em apenas cem anos aumentarem cerca de 6 bilhões de pessoas na Terra, ou seja, aproximadamente

154 mil pessoas nasceram e estão nascendo por dia. Atualmente a população mundial estima de 7,7 bilhões de pessoas, e a previsão é de que até o ano de 2050, atinja cerca de 9,8 bilhões ([United Nations, 2019b](#)). A taxa de crescimento demográfico mundial está diminuindo com o passar dos anos, sendo atualmente inferior a 1,2% ao ano, podendo chegar em 2050, de acordo com o projetado à 0,33% ao ano. Porém, devido aos avanços tecnológicos na medicina e saneamento ambiental por exemplo, o número de habitantes no mundo continua em ascensão.

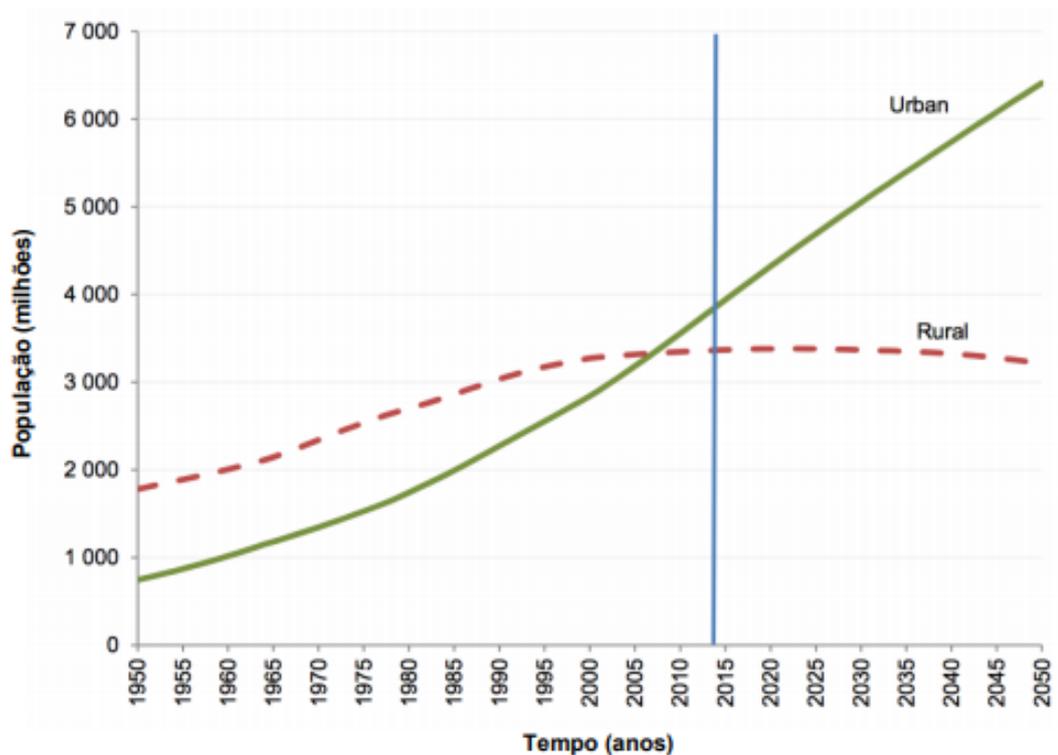
É importante salientar que a taxa de crescimento populacional varia de forma diferentes entre regiões. As estimações atuais mostram que, até o ano de 2050, nove países serão responsáveis por mais da metade do crescimento projetado para a população global, sendo eles, Índia, Nigéria, Paquistão, República Democrática do Congo, Etiópia, Tanzânia, Indonésia, Egito e Estados Unidos. É esperado que entorno de 2027, a Índia supere a China como o país com mais habitantes do mundo.

O ciclo de crescimento, nível médio de renda e distribuição, são de fundamental relevância para o entendimento do funcionamento dos aspectos do espaço social e infraestrutura. Segundo o subsecretário-geral das Nações Unidas para Assuntos Econômicos e Sociais, Liu Zhenmin, muitos dos países que a população cresce rapidamente são pobres, o que causa grandes desafios para acabar com a pobreza, eliminar a fome, alcançar a igualdade e dar qualidade de vida para os cidadãos ([United Nations, 2019b](#)). Esse cenário faz com que muitas pessoas, em busca de melhorar o padrão de vida, migrem para outros países, tornando-os também populosos.

Antecedendo o ano de 1800, apenas 3% da população viviam em áreas urbanas, e ainda no começo do século XIX, nove em cada dez pessoas, que somavam uma população global de aproximadamente 1,65 milhões de habitantes, ainda viviam no campo. Somente após a Primeira Revolução Industrial, esse cenário começou a mudar, devido à tecnologias começarem a ser implantadas em diversos setores e as pessoas passarem a se deslocar do campo para as cidades em busca de emprego. Fatores como concentração fundiária, salários agrícolas baixos e mecanização do campo, faziam cada vez mais, a repulsão pela área rural e, em meados do século XIX, durante a Segunda Revolução Industrial, já era notório o aumento da migração para os centros urbanos, onde cerca de 15% da população mundial já estavam vivendo em cidades. Atualmente 55% da população mundial já vivem em áreas urbanas ([United Nations, 2019a](#)), e as contingências indicam que no ano de 2030, 60% dos habitantes fará parte da população urbana sobre a rural, que habitará 40% da população; é previsto que 8,6% das pessoas que se encontram em áreas urbanas, residirão em megacidades, nas quais possuem mais de 10 milhões de cidadãos. O gráfico da figura 2 mostra o comportamento da população urbana e rural mundial em mil anos.

Desde o começo da era industrial, com a implementação de tecnologias moderadoras de mão de obra campestre, a criação de emprego passou a ser escassa, modificando também a estrutura da propriedade rural e a densidade da população; esses fatores tiveram como consequência, a migração da população rural para os centros urbanos. Assim, é possível supor que, a migração rural-urbana se deu, por um lado, pelos fatores de repulsão ao invés dos fatores de atração

Figura 2 – População Rural e Urbana Mundial Entre 1950 e 2050.



Fonte: (United Nations, 2015)

campo-cidade (COHEN, 1974). É possível notar que, a tendência no decorrer dos anos é que aumente o número de pessoas migrando para os grandes centros, em busca de melhor qualidade de vida. Resultando assim o fenômeno de superpopulação, onde o crescimento da população em determinado local é desproporcional à oferta de empregos nos centros urbano-industriais.

Com a superpopulação nas megacidades, fatores como infraestrutura urbana são diretamente afetados, a cada dia que passa, as pessoas ficam mais tempo no trânsito e do mesmo modo, a saúde e a educação sofrem grandes impactos; todavia, soluções matriciais não resolvem esses problemas, pois a tecnologia mudou, mas os problemas relacionados a globalização também mudaram, assim como, a falta de vontade política e dinheiro direcionado para resolver esses problemas.

2.1.3 Desenvolvimento Tecnológico

O desenvolvimento tecnológico é entendido como o crescimento constante e auto sustentável na aplicação de tecnologias transformadoras em um determinado contexto social, podendo ocorrer de forma mais lenta ou mais rápida, em diferentes espaços sociais ou em determinados setores da sociedade.

É notório, como dito anteriormente nesse capítulo, que a tecnologia não está presente apenas no século atual, é algo que, desde os primórdios, existia-se na vida do homem, na

descoberta do fogo por exemplo. As grandes Revoluções Industriais, deram início a era principal da tecnologia, da invenção e da inovação tecnológica, aumentando a relação com o homem e seu crescente ritmo de evolução. A evolução tecnológica tem sempre o objetivo de deixar a humanidade em contínuo desenvolvimento, novas descobertas e conhecimentos possibilitam a criação de coisas novas, visando continuamente aprimorar algo, melhorar a qualidade de vida das pessoas e tornar a vida em sociedade mais fácil.

O século XVIII deu início a grande transformação na indústria, com a Primeira Revolução Industrial que aconteceu na Europa e foi conhecida principalmente pela criação da máquina a vapor (DEANE, 1973). A energia mecânica foi um fator crucial para impulsionar a revolução, e substituiu o trabalho braçal e repetitivo por máquinas. A partir disso, a energia elétrica ganhou espaço e com o avanço tecnológico e científico, a Terceira Revolução Industrial ocorrida na segunda metade do século XIX possibilitou a eletrificação das fábricas, culminado com a fábrica de produção em massa. Com essas evoluções no campo tecnológico, a Revolução Tecno-científica como é chamada a terceira revolução industrial, permitiu o desenvolvimento da automação industrial. Nessa fase, os conhecimentos gerados em pesquisas eram transferidos rapidamente para o desenvolvimento industrial, foi a época da produção de computadores, softwares, microeletrônica, transistores, chips, telecomunicação, circuitos eletrônicos e robótica (COUTINHO, 1992). Impulsionada pela permutação tecnológica desde o século XVIII, a Indústria 4.0 aparece com o objetivo de fundir o mundo físico, digital e biológico; a rapidez, alcance e impacto da transformação é tal que acredita-se ser o início da quarta revolução industrial. Além da indústria, considera-se que vários serão os setores que a nova revolução afetará, alterações econômicas, nas cidades, na forma como as pessoas se relacionam, nos valores, mercado de trabalho, futuro do trabalho, inovação colaborativa, plataformas digitais, manufatura aditiva, entre outras.

O desenvolvimento tecnológico está crescendo, ocasionando diversos benefícios à população por meio de novas oportunidades, através de recursos que facilitam o cotidiano de uma geração que necessita e anseia por facilitadores e praticidade (SANTOS, 2009). Indo além de qualquer planejamento tradicional urbano, suposições, porcentagens e estatísticas demográficas, as tecnologias de ponta são um aporte importante e essencial para os modelos de cidades que caracterizam e são propostos pelas *Smart Cities*. Isso ocorre devido ao fato da estrutura que estimula o conceito *smart* ser voltados às TICs, e estas serem possíveis devido a toda evolução tecnológica desde o telégrafo, rádio, primeiros telefones até a invenção da *Internet* (PRADO; SANTOS, 2014) e a comunicação através de vídeo chamadas em tempo real, através de ferramentas como *Skype* e *Facebook*.

Para que uma determinada tecnologia seja aplicada e instalada num contexto e em uma sociedade, é necessário que alguns fatores básicos sejam levados em consideração, sendo eles:

- Atividade de Pesquisa e Desenvolvimento Experimental: Caracteriza o investimento e os custos que são direcionados para realização dessas atividades, tanto nas áreas de estudo e

pesquisa quanto no desenvolvimento prático da nova tecnologia, e também dita a prioridade pela qual a sociedade estabelece para a inovação;

- **O Nível e a Qualidade do Estoque de Tecnologia Instalado no País:** Representa a função da transferência de tecnologia no país, ou seja, a quantidade de tecnologias desenvolvidas internamente junto com a compra de tecnologia do exterior. Assim, o estoque instalado no país corresponde sua densidade tecnológica;
- **Contexto Institucional e Político do País:** Reflete a circunstância e momento político e econômico no qual o país se encontra na sua relação com as unidades produtivas e com o aperfeiçoamento técnico;
- **Disponibilidade de Recursos Humanos:** A absorção das tecnologias transferidas ou desenvolvidas dentro do país pode ter limitações ou facilitadores, dependendo da qualidade e eficiência do trabalho interno do país, fatores que são obtidos a partir do processo de aprimoramento histórico e acumulativo;
- **Estrutura Industrial do País:** São ditas através das condições de mercado, procura, demanda, preços e a relação entre as unidades produtivas;
- **Competência Operacional no Setor Produtivo:** Caracterizadas pelas possibilidades técnicas e de engenharia reais para adaptar as tecnologias que estão em desenvolvimento e implementar novas tecnologias;
- **Infraestrutura de Informação e sua Transferência:** Trata-se da competência da área de informação em passar devidamente as informações que irão gerar e facilitar a iniciação de novas propostas técnicas na sociedade. São utilizadas direcionamento da mensagem e do canal, como forma de ferramenta de evolução tecnológica (BARRETO, 1995).

2.2 Cidades e Infraestrutura Urbana

As cidades possuem, progressivamente, um grande e forte protagonismo, na vida econômica, política, cultural, social e nos meios de comunicação. Castells e Borja (1996) trata as cidades como atores sociais complexos e de múltiplas dimensões, ou seja, as cidades se expressam ao passo que são realizadas inter-relações entre administração pública (locais ou não), organizações sociais e cívicas, agentes econômicos públicos e privados, meios de comunicação social e setores intelectuais e profissionais. Sendo assim, articulações entre a sociedade civil e instituições públicas.

Os centros urbanos são compostos por duas perspectivas eminentes, sendo elas, por um lado, as dimensões físicas, que são caracterizadas pelo ambiente construído, os subsistemas integrados, infraestrutura física e urbana. E por outro lado, aspectos humanos, representados pelas relações e interações humanas, sendo consequência da sobreposição dos sistemas sociais, políticos, econômicos e tecnológicos (HILLIER, 2009).

Diante de todos os atributos ditos anteriormente, em última instância, as cidades possuem também o propósito de oferecer qualidade de vida, para que seus habitantes tenham praticidade e fiquem satisfeitos. Conseguir ser, de certa forma, competitiva em relação a outras cidades, sendo produtiva, ou seja, a habilidade que ela tem em usar recursos de forma eficaz para estimular o desenvolvimento econômico sustentável ([WORLD ECONOMIC FORUM, 2015](#)). Por outro lado, garantir que sua população tenha o mínimo de conforto e bem-estar para que seja consolidada a convivência democrática. Segundo [Townsend \(2013\)](#) a competitividade de lugares que antes eram considerados improváveis, é favorecida pela globalização, pois são capazes de integrar vínculos de suprimentos globais. Outro fator considerável é a atratividade, que visa atrair grupos sociais, sendo capaz de garantir a estabilidade econômica da cidade a longo prazo.

Esses fatores vão de acordo com o desempenho e eficiência das infraestruturas urbanas, além de outros indicadores que são subjetivos, criados de acordo com a realidade local. Contudo, para a economia de uma cidade ter êxito, é necessário que tenha também a eficiência nas redes de transporte, informação e comunicação, mostrando assim que, a performance de uma cidade é diretamente proporcional à performance de sua infraestrutura.

A infraestrutura urbana, de maneira geral, é a associação de sistemas sócio-técnicos que “fornecem serviços públicos essenciais de transportes, utilidades, energia, telecomunicações, áreas de lazer e de práticas de esportes e moradia” ([JUNIOR et al., 2005](#)), com o objetivo de propôr facilidade para a população. Assim, são necessários sistemas técnicos de equipamentos e serviços para o crescimento das funções urbanas ([ZMITROWICZ; NETO, 1997](#)), podendo ainda ser vista como a relação entre os recursos naturais e os habitantes da cidade e também entre a natureza e a produção da cidade. As funções urbanas podem possuir os seguintes atributos:

- Societário: Promover condições de desenvolvimento apropriadas para saúde, segurança, lazer, educação, trabalho e moradia;
- Institucional: Estimular meios e recursos para ações político-administrativas serem desenvolvidas e exercidas;
- Econômica: Favorecer a comercialização, desenvolvimento e produção de serviços e bens.

[Law e Bijker \(1992\)](#) defende que a infraestrutura urbana é uma geografia de restrições e possibilidades e que não são efetivamente universais, política e socialmente neutras, sendo assim, não existem resultados e soluções analiticamente corretos, devido ao fato de qualquer decisão relacionada a infraestrutura precisar de um posicionamento político. Como consequência, a gerência e o planejamento possuem grande importância e responsabilidade para que a desigualdade seja exterminada e a sociedade mais justa, evitando originar regiões marginalizadas, com pouco ou nenhum acesso a serviços básicos ([IGLUS/EPFL. MUI MOOC, 2016](#)).

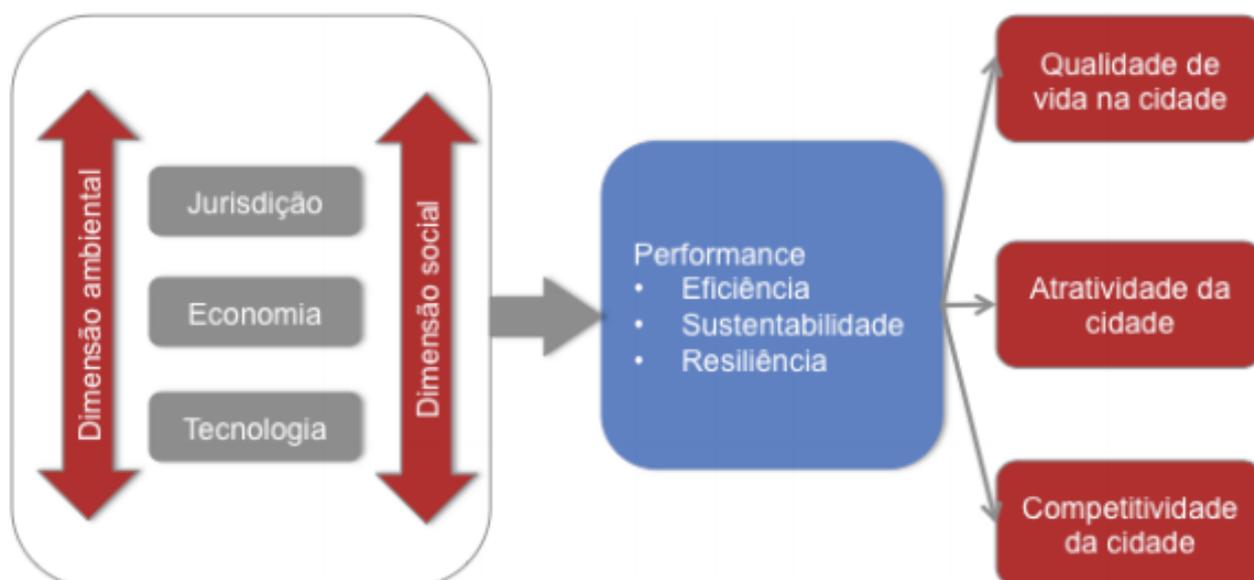
[IGLUS/EPFL. MUI MOOC \(2016\)](#) argumenta ainda que a infraestrutura pode ser subdivida em primária e secundária, sendo a primária caracterizada por performances que são

analisadas em termo de eficiência, recuperação e sustentabilidade e a secundária refere-se a serviços mais elaborados, como educação, saúde, cultura, etc. Define ainda que no quesito de gerenciamento, a infraestrutura urbana deve se preocupar com as seguintes características:

- **Técnicas:** Referentes aos recursos técnicos e tecnológicos das diversas áreas da infraestrutura;
- **Ambientais:** São representadas pelo impacto ao qual a infraestrutura causa no ambiente ao redor, podendo ser positivo, que é o caso de energia renováveis por exemplo, ou negativo, como ocorre no aumento das emissões de gases do efeito estufa;
- **Sociais:** Caracterizadas pelo impacto que é causado nos cidadãos, visando igualdade de acessibilidade à infraestrutura, bem como na qualidade dos serviços disponibilizados;
- **Econômicas:** Por terem valor e portanto custo, as infraestruturas afetam os aspectos econômicos. Tais custos são, na sua grande maioria, irrecuperáveis, favorecendo economias de escala por terem custo marginal baixo, após sua instalação;
- **Jurisdicionais:** Fomenta à dimensão geográfica atingida pela infraestrutura, pois os limites de uma jurisdição são cada vez menos compatíveis com os limites da sua operação. Ocasionalmente desafios com a capacidade de gerenciamento, conexão, e de fazer com que dois ou mais sistemas se comuniquem de forma eficaz.

Suas relações são apresentadas na Figura 3:

Figura 3 – Características das infraestruturas urbanas e suas implicações



Fonte: (IGLUS/EPFL. MUI MOOC, 2016)

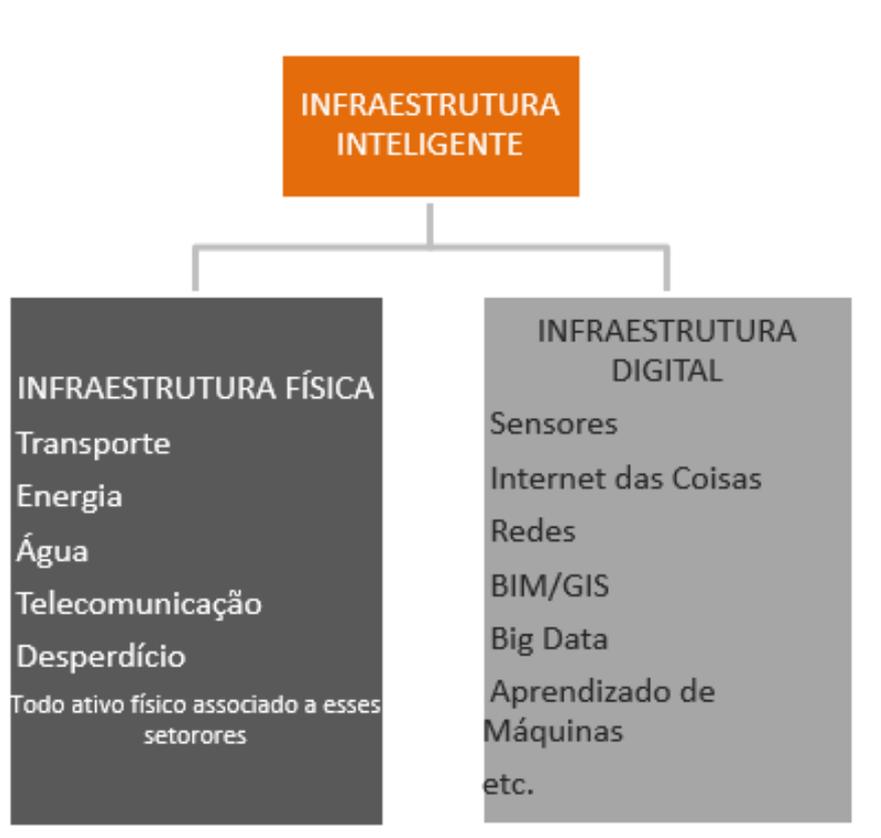
É importante salientar que, muitas vezes, a condição de evolução de um determinado sistema, é dependente da solução e resultado de um outro sistema paralelo, tendo ciclos sociais, técnicos e técnico-sociais retroalimentados. O fato de como será ministrado o gerenciamento é fator determinante na performance da infraestrutura urbana, influenciando, mesmo que indiretamente, a impressão dos habitantes para com a cidade.

2.2.1 Infraestrutura Inteligente

Sabemos que a urbanização molda o mundo e seu crescimento populacional tende somente a aumentar. Portanto, conforme as cidades vão crescendo, o modo como ela é construída e administrada sua infraestrutura urbana, é primordial tanto para o desenvolvimento social quanto econômico mundial. Quando ocorre o mal funcionamento de algum sistema - como um engarrafamento ou um *blackout* por exemplo - percebemos o quanto a infraestrutura afeta na qualidade de vida e o quanto o sistema poderia e deveria ser mais eficaz (SIEMENS, 2019).

A infraestrutura inteligente chega para solucionar os problemas eminentes que cerca a população, priorizando facilidade, acessibilidade e qualidade de vida. Pode ser definida como o resultado da combinação da infraestrutura física com infraestrutura digital (Figura 4), fornecendo informações aprimoradas para permitir uma melhor tomada de decisão, mais rápida e barata (BOWERS et al., 2019). A digitalização está transformando o planeta e é uma realidade tão intensiva e presente que, na contemporaneidade, a quantidade disponível de dispositivos conectados, superou o número de seres humanos no mundo. Os mecanismos inteligentes possuem a capacidade de gerar uma grande quantidade de dados na qual é capaz de transformar a vida e negócios em todas as áreas.

Figura 4 – Características das Infraestruturas Físicas e Digitais, Formando a Infraestrutura Inteligente.



Fonte: adaptado de (BOWERS et al., 2019)

No entanto, grande parte da infraestrutura que requer cuidado, por atrapalhar a mobilidade urbana e o meio ambiente - como ônibus, trens, rodovias, sistemas de energia, edifícios, entre outros - ainda necessitam de atenção e devem ser transformadas pela era da informação. Da mesma forma, deve-se potencializar a infraestrutura inteligente, a digitalização e eletrificação, para iniciar as soluções dos desafios e problemas ocorridos pelo desenvolvimento sustentável (SIEMENS, 2019).

2.2.2 Onde a Tecnologia Faz Diferença?

As exigências e necessidades para adaptação da infraestrutura são cada vez maiores, em busca de tecnologias mais modernas e sustentáveis, a digitalização passa a ser a resposta para impulsionar a infraestrutura. É através da digitalização que as áreas urbanas se tornarão ambientes com melhor qualidade de vida, pois viabiliza a implementação de soluções crescentemente tecnológicas, desenvolvidas e inovadoras.

Muitas são as áreas da infraestrutura urbana onde tecnologias digitais avançadas podem trazer mais benefício, algumas delas mais que outras, como é o caso da eficiência da gestão predial, mobilidades inteligentes e energia eficaz, segura e confiável. Através de fatores como gestão

de energia em edifícios modernos e *data centers*, a gestão predial passa a efetiva e produtiva. Futuramente, edificações consideradas inteligentes serão as chamadas prosumidoras, ou seja, irão produzir e consumir energia, interagindo com a rede e controlando a demanda e geração de energia, reduzindo assim, além do gasto com energia, as emissões de gás carbônico (SIEMENS, 2019). É através dos centros de processamento de dados que os dados serão armazenados e processados, comportando equipamentos de alta tecnologia, garantindo a integridade do servidor (Viga, 2017), possibilitando disponibilidade, segurança, eficácia e flexibilidade.

O problema da mobilidade urbana é um dos mais frequentes nas cidades, principalmente nos grandes centros, é notório que as questões relacionadas a transporte público, rodovia e tempo gasto em engarrafamentos devem ser solucionadas e reinventadas. Para resolver tais dificuldades, aparecem as soluções de mobilidade inteligente, com o objetivo de otimizar o tempo, trazer bem-estar para os passageiros e aumentar a disponibilidade da infraestrutura. Através da operação automatizada de trens, aumenta a eficiência, confiabilidade, além de trazer pontualidade e equilíbrio de energia. Além disso, muitos dos problemas relacionados a trânsito ocorre devido ao tempo gasto (cerca de 40%) na procura de estacionamento (CASTRO, 2017), e uma solução para isso é a criação de estacionamento inteligente, que através de dispositivo e radar, seja capaz de transmitir para o motorista via *smartphones* ou outros sistemas de navegação. Assim como, é importante que seja feita gestão de trânsito, capaz de criar uma fluidez segura no trânsito e otimizada.

O fornecimento de energia confiável, segura, eficaz e financeiramente acessível são fatores que interferem no desenvolvimento econômico e na qualidade de vida. Para isso, é necessário que as redes responsáveis do futuro sejam ágeis, para adaptar e administrar os sistemas de energia que estão em constante transformação. A evolução das redes de eletricidade é tal que, atualmente a rede é capaz de transportar fluxos multidirecionais de energia e informação, com isso, para que essa distribuição seja efetiva, a digitalização e redes inteligente são essenciais. Outras melhorias consideráveis são: soluções em armazenamento de energia, soluções de energia eólica que são econômicas e amigavelmente sustentáveis, tecnologia inteligente nos centros de controle e soluções integradas de fornecimento de energia.

2.2.3 Cidades Inteligentes versus Cidade Digital

Os debates acerca do desenvolvimento da *Smart City* passa sobretudo pelo conhecimento e compreensão do conceito. Ocasionalmente confundidos, Cidades Digitais e Cidades Inteligentes se distinguem pela natureza e grau de relação que um município possui com as tecnologias digitais. De um modo geral, a cidade digital pode ser vista como uma amplificação virtual da cidade, através da oferta de serviços e infraestruturas das TIC (CUNHA et al., 2016). Por outro lado, as cidades passam a ser inteligentes, quando as tecnologias comunicam entre si, em prol de facilitar o uso de sistemas urbanos, os tornando inteligentes. Contudo, as empresas, governo e sociedade precisam entender que, disponibilizar uma rede Wi-fi gratuita em praças e transportes

públicos, não levam a inteligência de uma cidade - embora possa ser um impulsionador.

É necessário saber que, uma cidade digital não simboliza necessariamente uma cidade inteligente, contudo, para uma cidade ser inteligente ela deve ter sobretudo elementos digitais. Pontos de conexão sem fio, GPS (*Global Positioning System*) e abrigos de ônibus tecnológicos por exemplo, se encaixam no contexto de cidades digitais, pelo menos durante o tempo que seu funcionamento ocorre de forma separada. Apenas quando existe a conversa e relação entre as tecnologias digitais é que considera a manifestação de um ecossistema inteligente. O termo inteligente ou *smart* se refere a um sistema autônomo, que consegue auxiliar na tomada de decisão e resolver problemas, não simplesmente um acesso livre à internet (FERREIRA et al., 2017).

O autor Komninou (2002) em seu livro "*Intelligent Cities: Innovation, Knowledge Systems and Digital Spaces*" defende que um quesito importante para compreender acerca de cidades inteligentes é conseguir perceber suas diferenças comparada a outros modelos de espaços digitais, nesse caso, a cidade digital e a cidade inteligente. Mostra que a principal diferença está na capacidade em que as cidades inteligentes resolvem problemas, ao passo que, a capacidade das cidades digitais está na forma com que presta serviços através da comunicação digital. A prestação de serviços por parte da gestão local das cidades digitais são colocadas entre a autoridade pública, de modo que o cidadão é o receptor dos serviços, e nas cidades inteligentes são colocadas a montante entre as autoridades públicas e o indivíduo, concedendo com isso a cocriação e o codesign dos serviços.

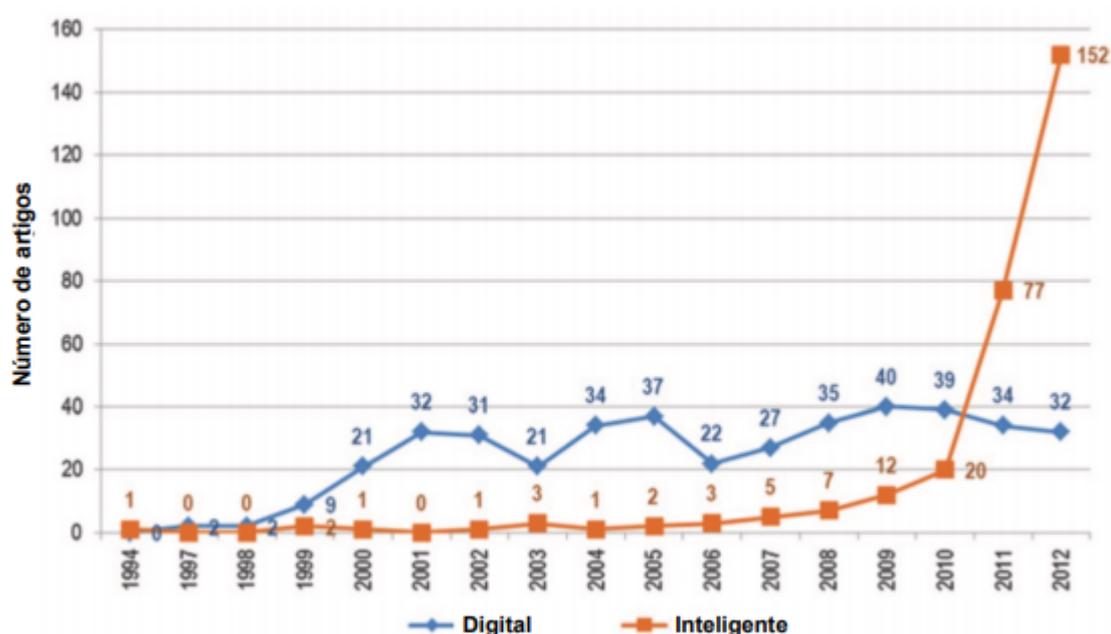
Bell, Jung e Zacharilla (2011) argumenta que espaços inteligentes são ambientes digitais, que possuem uma relação digital, que se comunica do computador e é implementado em diversos setores, como edifícios e infraestruturas da cidade. Os ambientes inteligentes podem ser incorporados seja para industrializar, automatizando prestações de serviços, seja para cidades digitais. Contudo, tratando das *smart cities*, ocorre a automatização do levantamento e tratamento de informações conforme ocorre o desenvolvimento e evolução de novos produtos e serviços.

Em contrapartida, Dameri e Cocchia (2013), alegam que não é possível saber se as expressões "digital" e "inteligente" são usadas - tanto no âmbito acadêmico e teórico quanto no operacional - com a mesma definição ou se trata de tecnologias, estratégias e cidades diferentes. Em virtude disso, identificar o tipo de cidade é a base para direcionar quais as melhores escolhas técnicas, políticas e econômicas, deve ser adotada para desenvolver projetos, melhorias e ações para estruturação de cidades que contribuam de forma assertiva e eficiente para melhorar a qualidade de vida da sua população.

Diversos são os estudos acerca desse tema, Dameri e Cocchia (2013) e Cocchia (2014) descrevem que desde a primeira menção às cidades inteligentes, em 1994, poucos foram os pesquisadores que utilizaram a expressão até 2010, que foi o ano no qual o termo se popularizou. Porém, as primeiras citações às cidades digitais, ocorreram em 1997, e foram publicados de vinte a quarenta artigos por ano, entre os anos de 2000 e 2012. A Figura 5 apresenta o balanço

de tendência na utilização dos vocábulos digital e *smart*, mostrando o número de publicações entre o período de 1994 e 2012. Após a análise de trabalhos encontrados acerca do tema e considerações de elementos constituintes, as autoras entendem que várias são as peculiaridades observadas entre as cidades digitais e as *smart cities*, concluindo que, apesar de ambas terem o mesmo objetivo e traçarem estratégias para aumentar a qualidade de vida da população, as tecnologias e instrumentos adotados são distintos. Assim como também são diferentes as áreas e os cidadãos que são o foco das iniciativas criadas. Assim, um centro urbano é capaz de aderir a estratégias das cidades inteligentes, das cidades digitais ou de uma junção das duas.

Figura 5 – Publicações sobre cidades inteligentes e cidades digitais entre 1993 e 2012.



Fonte: (COCCHIA, 2014)

Para Cocchia (2014), as cidades digitais podem ser vistas como um subconjunto das cidades inteligentes, pois a segunda possui o propósito bastante amplo, abrangendo diversos aspectos da vida urbana, destacando os fatores relacionados a inovação tecnológica, desenvolvimento socioeconômico e aspectos ambientais. Já nas cidades digitais, o foco é na atribuição central da TIC em melhorar as informações que chegam aos cidadãos e a qualidade dos serviços. Tal conclusão vai de encontro com a mostrada por Batty et al. (2012), que descreve que cidades digitais possuem foco na infraestrutura física, enquanto as *smart cities* tratam principalmente a maneira na qual esses recursos são usados.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Cidades Inteligentes: Impulsionadores Tecnológicos

As Cidades Inteligentes se diferenciam devido à implantação da digitalização nas infraestruturas na qual foi mostrada no capítulo 2.4. A transformação digital ampliou suas áreas e não se encontra somente em indústrias e no meio empresarial, a sociedade de maneira geral já possui reflexos da rápida inserção da tecnologia. E ela está no presente e será o futuro.

Qualquer inovação urbana, social e econômica exige a inserção de métodos inovadores para que seja possível ter maior produtividade, otimização e facilidade com menor custo. Com a tecnologia em ascensão e os mundos digitais e físicos cada vez mais interligados, é possível entender quais as necessidades e desejos das pessoas e encontrar soluções e respostas para cada situação diferente, o que passa a ser fundamental devido ao fato de que cada lugar, cidade e cidadão possuem culturas e necessidades diferentes. Algumas ferramentas se mostram mais promissoras quando se diz respeito ao avanço tecnológico implementado nas *Smart Cities*. A seguir estas serão tratadas com mais detalhamento.

3.1.1 Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs)

A TIC é a junção de três palavras essenciais para o desenvolvimento das cidades inteligentes, que são, Tecnologia, Informação e Comunicação, as quais são definidas como:

- Tecnologia - Conhecimentos técnico e científico envolvendo um conjunto de instrumentos, métodos e técnicas que estão conectados que visam resolver um problema ou melhorar algum sistema, e são desenvolvidos a partir de pesquisas e produções de outras pessoas;
- Informação - É o resultado do processamento, manipulação e organização de dados que transmitem uma mensagem sobre algo;
- Comunicação - Processo de troca de mensagem, enviada, recebida e interpretada, entre dois ou mais interlocutores, o emissor e o receptor.

Portanto, pode-se dizer que TIC corresponde às maneiras possíveis de comunicar informações por meio das tecnologias, ou ainda, pode ser entendida como a soma de mecanismos tecnológicos integrados entre si, que, através das funções de telecomunicação, *software e hardware*, fornece a automação e comunicação dos progressos de negócios, da pesquisa científica e aprendizagem. No entanto, a internet foi um dos principais meios que potencializou o uso das TICs nos mais variados campos, pois a criação de novos sistemas de comunicação e informação foram desenvolvidos, formando uma rede legítima. Criações como fóruns, emails, chats, comuni-

dades virtuais, web cam, entre outros, foram primordiais para revolucionar a relação entre seres humanos.

De acordo com [Rozestraten \(2016\)](#) as TICs têm crescido muito nos últimos anos devido ao maior número de pessoas com acesso a *smartphones* e ao serviço de internet banda larga. Porém, a TIC tem uma grande responsabilidade, não só na facilidade de comunicação entre as pessoas, mas também em ambientes corporativos, gestão urbana e, principalmente, é considerada a base para Cidades Inteligentes, que é a área em que o estudo será aprofundado.

A concepção de Cidades Inteligentes também são definidas com o uso de TICs - obtenção e compartilhamento de informações por *Big Data*, Internet das Coisas e armazenamento em nuvem - para garantir a eficiência em tomada de decisões, a elaboração de operações que afetem as pessoas, facilite e modifique seu comportamento, criando um ambiente informacional inteligente, para o gerenciamento urbano e participação popular ([MONT'ALVERNE; LEMOS, 2015](#)).

As cidades buscam cada vez mais se tornarem ambientalmente sustentáveis e atraentes para seus cidadãos, visitantes e empresas, e, para que isso seja viável, é necessário que tenha uma administração e gerenciamento dos serviços e das infraestruturas, que seja progressista além de inovadora, que faça as cidades serem preditivas e integrando seus ativos de maneira eficaz e com custos adotáveis. Nessa conjuntura, onde diversos desafios aparecem, a implementação de TICs se mostram como soluções viáveis para maior inteligência no gerenciamento das cidades ([WEISS; BERNARDES; CONSONI, 2013](#)).

A propagação da infraestrutura TIC nos centros urbanos e a rapidez da difusão de aparelhos digitais e de pessoas conectadas, faz com que favoreça a governança local para inovação na prestação de serviços. [Cunha et al. \(2016\)](#) diz que:

“O uso de tecnologia nas cidades pode contribuir para a universalização de moradia, para a universalização e melhoria dos serviços básicos, dos serviços de transporte, na manutenção e valorização do patrimônio cultural e natural, para a redução do impacto ambiental negativo que as cidades provocam, para que sejam estabelecidos espaços urbanos públicos e seguros, para ampliar a participação e inclusão, reduzindo desigualdades e ainda aumentando a resiliência das cidades quando da ocorrência de desastres ou grandes eventos”.

Assim sendo, as TICs são capazes de proporcionar a implementação de soluções ecológicas e economicamente viáveis e efetivas para as cidades. Nas *Smart Cities*, as Tecnologias de Informação e Comunicação facilitam a coleta de dados e de informações em tempo real, possibilitando um entendimento mais preciso do estilo de vida das pessoas, bem como o uso de recursos e de prestação de serviços. A atualização dos dados auxilia nas questões de políticas públicas além dos processos determinantes de gestores públicos e cidadãos ([ITU, 2015](#)).

O avanço tecnológico e da TIC agora permitem que plataformas e dispositivos tecnológicos embarcados possam ser um instrumento potencialmente significativo, pois conseguem sensorizar e monitorar o desempenho e a funcionalidade das cidades. Dessa maneira, permite

ampliar sua capacidade de administrar recursos de forma mais competente e desempenhar conectividade e informações de forma transparente aos usuários. Estes métodos fazem com que se compreenda de forma mais clara os custos financeiros e ambientais de seus consumos próprios. Isso torna possível que os gestores locais entendam melhor, criem e melhorem serviços, por meio da coleta e análise de informações sobre infraestruturas essenciais, como transporte, energia, saúde e água (C40 SÃO PAULO CLIMATE SUMMIT, 2011).

A infraestrutura robusta da TIC é crucial ao imaginar as Cidades Inteligentes e sustentáveis. Porém, apenas isso não implicará necessariamente que a cidade é de fato inteligente, uma vez que a qualidade de vida não aparecerá de forma natural apenas pelo emprego da tecnologia, é necessário também que a população esteja preparada para recebê-la. Além disso, as TICs podem criar margem para ampliar a desigualdade, caso sejam implementadas de forma desigual nas cidades, criando assim uma "divisão digital", que pode ser caracterizada pela discrepância entre bairros e distritos comerciais bem digitalizados e bairros que possuem baixa ou nenhuma qualidade de cobertura de serviço. É comum que a classe alta tenha maior acesso a estas tecnologias, e as TICs podem aumentar o seu poder e controle, enquanto os residentes da classe marginalizada podem ser mais reprimidos. Com isso, é importante que o alcance das suas ações na cidade seja amplo, com o objetivo de transformar a cidade como um todo.

3.1.2 Internet das Coisas - IoT

Internet das Coisas ou IoT (do inglês *Internet of Things*) é definida como a relação existente entre o mundo físico e o mundo virtual. Sendo capaz de trazer oportunidades de novas inovações e projetos baseados nas aplicações interativas, que são capazes de comportar informações estatísticas e em tempo real de objetos do mundo físico, ou seja, é a capacidade de registrar, armazenar, analisar e agir através de dados processados por máquinas e objetos conectados à internet (SANTIAGO; PAYÃO, 2018), podendo desta maneira executar de forma coordenada uma definida ação.

A Internet foi criada durante a Guerra Fria, onde os Estados Unidos (EUA) e a então União Soviética possuíam, além de conflitos indiretos, uma disputa tecnológica. Em 1957, após o lançamento do satélite Sputnik da União Soviética, os EUA criou dentro de seu departamento de defesa a Agência de Projeto de Pesquisa Avançada (ARPA, sigla do inglês *Advanced Research Project Agency*), cuja função seria tornar o EUA o país número um em tecnologias aplicadas ao campo militar. Com isso, foi investido dinheiro nas universidades e na área de pesquisa para serem criadas tecnologias estratégicas. Assim, na década de 60 houveram diversos estudos voltados ao desenvolvimento de uma rede de computadores que fosse capaz de se comunicar através de mensagem entre máquinas distantes. Assim, em 1969, pela primeira vez, quatro computadores de diferentes universidades foram conectados, originando a Arpanet, que futuramente passou a ser chamada de Internet (ZAKON, 2018).

A primeira geração da internet é baseada na digitalização de informação; a *Web 2.0*,

termo criado em 2004 para denominar o desenvolvimento e a segunda geração da internet, tem como conceito a *web* como plataforma e o desenvolvimento de aplicativos, baseados em redes sociais e na tecnologia da informação. A Internet das Coisas é considerada a terceira geração da internet, e ocorre de modo com que aparelhos e objetos se conectem à internet e se relacionam entre si, ocorrendo a comunicação entre dispositivos, sistemas de informações e usuários (GREENGARD, 2015).

Kevin Ashton, pesquisador britânico do Massachusetts Institute of Technology (MIT) foi o primeiro cientista a utilizar o termo Internet das Coisas, ainda em 1999, durante uma apresentação sobre tecnologia, no qual descreveu um sistema em que a Internet estaria conectada ao mundo físico através de sensores onipresentes (KEVIN, 2009). No entanto, a percepção do termo ocorre em 2010, partindo do *Street View* da Google, e o surpreendente potencial de armazenamento de dados das redes de Wi-Fi. O governo chinês, no mesmo ano, passou a ter como prioridade estratégica a IoT. O crescente interesse pelo assunto foi tal que em 2012 a LeWeb, maior conferência mundial de Internet, teve como tema Internet das Coisas (EVANS, 2017).

O mundo está em constante mudança e desenvolvimento, a Indústria 4.0 chega para revolucionar a tecnologia atual, sendo considerada a quarta Revolução Industrial, impactando assim diversos setores da sociedade, indo além das áreas industriais e comerciais. A Internet das Coisas passa a estar cada vez mais presente nesses setores, e estudos estimam que, no ano de 2025, a *Internet of Things* poderá impactar cerca de U\$11,1 trilhões na economia, o que equivale a onze por cento da economia mundial, bem como o ano de 2050 poderá haver entorno de cinquenta bilhões de objetos e dispositivos conectados à Internet (BARROS, 2016).

A rede 5G é grande promissora no avanço da Internet das Coisas, sendo a primeira rede planejada para atuar com baixa latência e tempo de resposta 10 vezes menor do que a rede 4G, 5G é a solução que especialistas estão trabalhando para conectar de forma mais eficiente carros autônomos, geladeiras que serão programadas, prédios que vão conversar com aviões, entre inúmeras possibilidades. De acordo com levantamentos de mercado, até 2020 serão mais de 20 bilhões de dispositivos IoT em todo mundo e as redes atuais não são suficientes para transmitirem a grande quantidade de dados que já estão sendo gerados a todo momento. 5G aparece como uma solução capaz de absorver conexões simultâneas, de forma eficiente e com menor consumo de energia. É uma rede programada para dar resposta em tempo real, além de ser escalável e versátil (Comstor, 2019).

Bartleson (2014) diz que a IoT tende a ser um dos maiores e mais importantes fatores das revoluções tecnológicas já visto pela humanidade. Está em constante evolução e aos poucos se torna mais presente na vida e cotidiano das pessoas. Podendo dividir a Internet das Coisas em principais áreas por conveniência, sendo elas: dispositivos portáteis, eletrodomésticos e residência inteligente, veículos conectados e cidades inteligentes. Essas diferentes partes se conectam, interagindo entre si, formando a IoT geral.

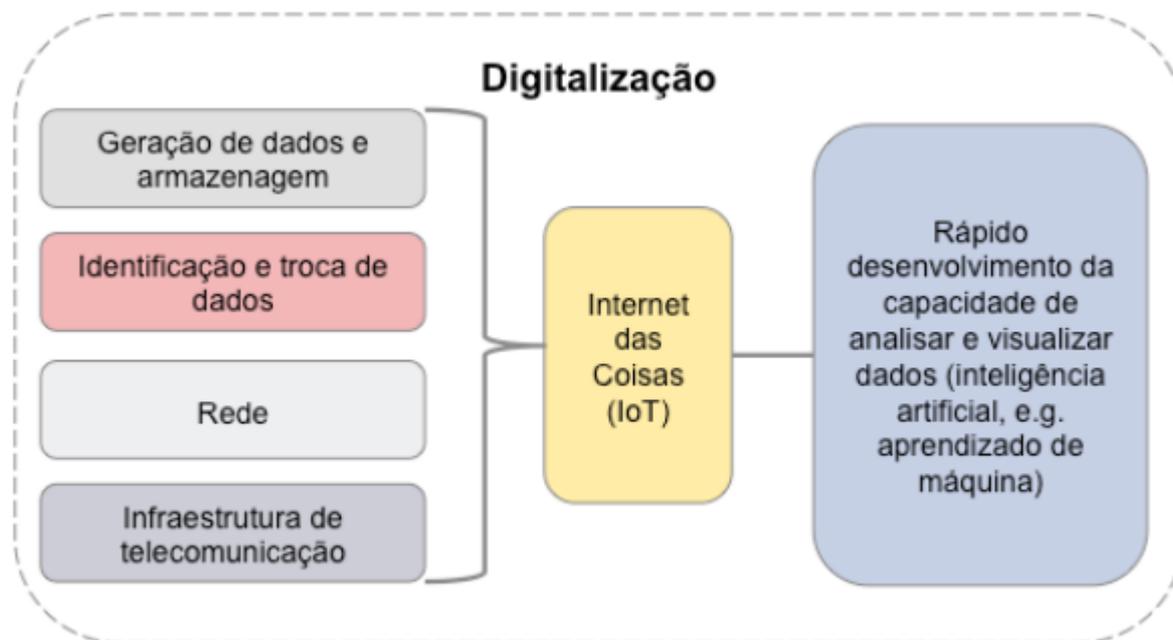
Smart City pode parecer um conceito e realidade distante e futurista, porém alguns governos já buscam implementar o conceito *smart* e já estão utilizando recursos da Internet das Coisas para facilitar a vida dos seus cidadãos. Eis algumas dessas iniciativas e projetos:

- Chicago apresentou o programa "Comunidades Inteligentes", que busca levar a consciência da internet e das tecnologias digitais para indivíduos, famílias e empresas;
- A cidade de Nova York por meio da *City 24/7* possibilitou aos seus habitantes e turistas acesso a uma variedade de informações úteis a respeito do governo, empresas e outras pessoas. Essas informações são transmitidas em qualquer dispositivo móvel, *smartphones* e em telas grandes que substituem telefones públicos desatualizados;
- A cidade de Amsterdã possui cerca de 45 projetos tecnológicos inteligentes em andamento, entre eles o gerenciamento de energia, colaboração a saúde e acesso a Wi-Fi grátis;
- Lyon possui estratégias que incluem soluções de transporte e gerenciamento de recursos;
- Parques tecnológicos inteligentes estão em desenvolvimento em Malta, Kalkara e Kochi na Índia. (BARTLESON, 2014).

Na base de qualquer cidade inteligente se encontra padrões de comunicação e a internet. A tecnologia quando ocorre de forma eficaz, é integrada à vida cotidiana até ser indistinguível, e é a expectativa que se tem a respeito da Internet das Coisas, isto é, a sua introdução na rotina dos usuários, trazendo organização das tarefas, qualidade de vida, economia de recursos, e na área corporativa, otimizando processos e produções industriais (WEISER, 1999). Sua incorporação acontece a partir da interconexão de objetos físicos de uso comum e unicamente identificáveis, que se apresentam de diversas formas e escalas.

Portanto, é possível integrar os equipamentos a um sistema central de comando, adaptando seu comportamento de acordo com o que os usuários necessitam. Isso significa, na prática, nanochips implantados no corpo humano, cidades inteligentes, automóveis automáticos que chegam a dispensar motoristas, semáforos inteligentes, controles de iluminação pública automatizados, dispositivos que absorvem informações por meio de sensores e comunicam entre si (M2M - *machine to machine*), com o ambiente e com as pessoas. Os limites entre concreto e digital tornam-se cada vez mais tênues. A junção da IoT com a tendência das TICs e seu efeito na sociedade é chamado de digitalização (IGLUS/EPFL. MUI MOOC, 2016) e é apresentada na figura 6.

Figura 6 – Elementos constitutivos da digitalização



Fonte: (IGLUS/EPFL. MUI MOOC, 2016)

3.1.3 *Big Data*

O termo *Big Data* surgiu em torno do ano de 2005 na indústria digital e, corresponde ao conjunto de dados que são criados a todo tempo pela sociedade digital. Suas principais características tem como base os chamados 3 V's do *Big Data*, que são volume, velocidade e variedade. O volume é representado pela quantidade crescente de dados que possui o sistema como um todo, seja dentro de uma empresa, ou como é o caso estudado, dentro das cidades inteligentes. A velocidade está relacionada com a rapidez que novos dados são criados, ou seja, é o fluxo de dados chegando a alta velocidade, e muitos desses podem ser úteis e implementados. O terceiro diz respeito à variedade de formas de compartilhamento que esses dados podem ser achados, podendo ser de um texto numa rede social ou um review em um e-commerce, áudio e vídeos por exemplo (TARIFA, 2014).

Alguns cientistas adicionaram outros 3 novos V's que atualmente podem ser encontrados na literatura, sendo eles a veracidade, variabilidade e valor, sintetizando suas características e funcionalidades, agora em 6 V's. A veracidade dos dados especifica o quão exato são os dados capturados e o que significam suas respostas baseada nos dados que foram coletados para o problema específico. Assim, a variabilidade atribui a forma de como ocorre a mudança constante da estrutura e significado dos dados, principalmente com dados coletados a partir de pesquisas de linguagem natural. O valor caracteriza a possibilidade de uma grande quantidade de dados ser vantajosa para um negócio baseado na gestão, análise e coleta de dados. A Figura 7 apresenta um quadro que mostra os 6 V's do Big Data e as suas grandezas e características.

Figura 7 – Os 6 V's Representativos do *Big Data*

Fonte: (KON; SANTANA, 2016) (CHEN; MAO; LIU, 2014)

Estima-se que diariamente 2,5 trilhões de *bytes* de dados são gerados e que cerca de 90% dos dados já existentes no mundo foram criados nos últimos cinco anos. O aumento crescente do volume e formato desses dados possibilitou a produção de ferramentas e tecnologias capazes de fornecer inteligência a partir do armazenamento de informações. A aplicação de análise de dados e a grande quantidade de informações, popularizou-se na expressão *Big Data*, que ultrapassa a indústria digital e passa a ser empregada também na gestão de desastres, governança de cidades, serviços de saúde e projetos colaborativos (*crowd-based*) (CUNHA et al., 2016).

O *Big Data*, portanto, oferece inteligência através do tratamento e da análise de grande quantidade de dados originário de várias fontes, tanto internas quanto externas, de maneira ágil e com mínimos tempos de resposta (CUNHA et al., 2016). Suas características mostram a grande capacidade e potencial de avanço e de ganhos na implementação desse conceito. Apesar de serem diversas suas possibilidades, é necessário ter ciência e interligar as tecnologias e ferramentas que estão à disposição. Por conseguinte, para o *Big Data* ser desenvolvido de forma útil e eficaz, alcançando os objetivos e apresentando soluções em *Smart City*, as ferramentas certas devem estar entrelaçadas com métodos certos, de forma que as informações sejam analisadas e classificadas de maneira precisa e eficiente. Levando em consideração os recursos e as limitações disponíveis, muitas são as possibilidades de melhora dos serviços e de aplicações para utilizar *Big Data* em Cidades Inteligentes (CHEN; MAO; LIU, 2014).

É possível que o *Big Data* seja processado também em Computação em Nuvem (*Cloud Computing*), usando modelos computacionais conhecidos como Plataforma como Serviço (*PaaS – Platform-as-a-Service*) ou Infraestrutura como Serviço (*IaaS – Infrastruct-as-a-Service*) (NUAIMI et al., 2015). A geodistribuição aparece como nova característica para a aplicabilidade

do *Big Data* em *Smart Cities* (BONOMI et al., 2014). Com a geodistribuição, o processamento de dados ocorre na borda próximo a sensores e não em centro de dados como a Computação em Nuvem. É preciso apresentar respostas velozes e rápidas, como forma de assegurar que os componentes críticos da infraestrutura estão em segurança. Assim, a chamada *Fog Computing* ou Computação em Névoa, torna-se um modelo apropriado, pois expande a computação em nuvem para a borda da rede de computação.

A Computação Paralela também aparece como um dos planejamentos tecnológicos que são úteis na utilização de processamento de dados em Cidades Inteligentes, especialmente quando se trata de *Big Data*. Refere-se à operações que ocorrem de forma simultânea, usando diversos procedimentos computacionais, para concluir a tarefa em tempo curto de processamento. Os modelos mais comuns de computação paralela incluem MapReduce, Dryad, PVM (*Parallel Virtual Machine*) e MPI (*Message Passing Interface*) (FERLIN; REZENDE, 2019).

As tecnologias de *Big Data* fazem com que as informações armazenadas sejam coletadas de maneira contínua e processadas em tempo real. Assim, os dados são adquiridos através de tecnologias que monitoram constantemente elementos urbanos como: reconhecimento de padrões no trânsito utilizando dados históricos, previsão da quantidade de energia elétrica em diferentes dias e horários utilizando fluxo de dados em tempo real, previsão da demanda do uso de transporte público, detecção de problemas de segurança pública monitorando redes sociais e câmeras. Portanto, é por meio das informações que são geradas devido às interações que ocorrem entre as atividades urbanas, que permitem compreender o funcionamento da cidade para que seu desenvolvimento ocorra de forma estruturada.

A cidade do Rio de Janeiro, por exemplo, possui desenvolvimento de projetos com base no *Big Data*. A criação do COR (Centro de Operações do Rio de Janeiro) juntou dados diferentes de mais de 30 órgãos públicos - como Guarda Municipal, *Light* e CET (Companhia de Engenharia de Tráfego) - e os monitorou de forma inteligente, com o objetivo de mapear e apontar os locais que necessitam de qualquer tipo de apoio e ajuda, como um semáforo quebrado correndo riscos de acidentes ou engarrafamentos, uma árvore caída na rua trazendo demais riscos. Além disso, na COR possui também um mapa que trata os dados meteorológicos e embasado num modelo climático no qual a equipe prevê situações de risco para pessoas que moram em áreas consideradas perigosas. Através da boa implementação do *big data*, a central consegue juntar e analisar os dados e conseguir informações rápidas para evacuar locais com antecedência, evitando catástrofes e demais problemas.

Soluções como a citada anteriormente fazem crer que por meio da capacidade de analisar e tratar um volume tão grande de dados, é a chave para que tenha uma melhora na qualidade de vida que a população almeja e que cidades possam se tornar cada vez mais inteligentes.

3.1.4 Computação em Nuvem

A Computação em Nuvem ou *Cloud Computing* é a possibilidade de processamento através de recursos de tecnologia da informação (TI), que são ágeis, flexíveis e facilitam o acesso dos usuários para armazenamento de dados por meio da Internet. Em outras palavras, a computação em nuvem é a capacidade de arquivos serem acessados e diferentes tarefas serem executadas pela internet, sem que seja necessário a compra de datacenters ou qualquer outro tipo de servidores físicos, e até mesmo sem a necessidade de instalar qualquer aplicativo no computador. O armazenamento em nuvem é feito em uma rede, através de servidores online.

Conhecida pela sua facilidade de acesso, é necessário apenas conectar ao serviço online, acessar a ferramenta e suas plataformas, compartilhar e salvar os dados e posteriormente acessá-lo de qualquer lugar que tenha acesso a rede. As mais conhecidas plataformas computacionais para computação em nuvem são a AWS (*Amazon Web Services*), *Microsoft Azure*, *Google Cloud* e *IBM Cloud*.

A Computação em Nuvem possui sua infraestrutura elástica, ágil, fortemente disponível para processamento e armazenamento de dados, além de possuir economia de custo e implantação global em pouquíssimo tempo, sendo essencial e viável para ser empregada em Cidades Inteligentes. Além disso, sua utilização traz dinamismo para as cidades e possibilita reconfigurações de forma automática de sua infraestrutura.

Autores como [Distefano, Merlino e Puliafito \(2012\)](#) e [Aazam et al. \(2014\)](#) descrevem um novo modelo baseado na junção da *Cloud Computing* e da *Internet of Things* e o chamam de “*Cloud of Things*”. O modelo sugere que todos os dados que são coletados de uma rede IoT, sejam armazenados e processados por meio da Computação em Nuvem, ideia esta que já é usada em várias iniciativas de *Smart Cities*. O *Software* como Serviço (SaaS) também é outro conceito que está relacionado ao uso da Computação em Nuvem em Cidades Inteligentes, e tem como propósito proporcionar aplicação e serviço de dados de sensores em uma plataforma de *Cloud Computing*.

Nota-se que a junção da Computação em Nuvem com a IoT e o *Big Data* é considerado ideal para armazenar e executar as atividades de centros urbanos. Através de uma rede constituída com ideias da Internet das Coisas, os dados podem ser colhidos e enviados para uma infraestrutura de Computação em Nuvem, onde são analisados e processados com o uso de ferramentas do *Big Data*. Podendo assim, ao empregar a computação em nuvem, ter custos de TI menores, mais segurança, capacidade de proporcionar escalabilidade num modelo em que se paga pela capacidade utilizada, velocidade de implementação, redução da obsolescência, poder de processamento e elasticidade (aumentar ou diminuir instantaneamente a escala de recursos para ajustar a capacidade de acordo com a evolução) ([CHEN; MAO; LIU, 2014](#)).

Com o desenvolvimento de infraestruturas tecnológicas, novas oportunidades de negócios apareceram devido à versatilidade e efetividade que apresenta. Isso provoca a diminuição de

custos e permite o desenvolvimento de métodos de negócios cada vez mais maleáveis no ambiente da Cidade Inteligente, onde podem envolver o cidadão, a cidade e empresas com rápida implementação e redução do tempo entre o começo do projeto e sua aplicação.

Todas as cidades têm potencial para serem inteligentes, e com a computação em nuvem o governo se beneficia desde o gerenciamento de dados até as funcionalidades da *Smart City*. Além de ser acessível e de fácil utilização, a tendência é que os centros urbanos tenham cada vez mais um ecossistema de *startups*, que são capazes de inovar com rapidez; muitas delas trabalham dando ajuda e suporte para os governos municipais, desenvolvendo produtos que utilizam tecnologias em nuvem, como a Inteligência Artificial (IA), IoT e *Big Data* para melhorar a gestão da cidade e a qualidade de vida.

3.1.5 Inteligência Artificial e *Machine Learning*

A Inteligência Artificial (IA) é uma tecnologia que vem com o objetivo de fazer com que máquinas sejam capazes de realizar tarefas de forma inteligente, a partir de uma programação prévia realizada por seres humanos, ou seja, alimenta máquinas e dispositivos com inteligência que simula a humana. Portanto, as máquinas que possuem IA são capazes de detectar objetos, reconhecer vozes, faces, imitar seres humanos, automatizar tarefas manuais, solucionar problemas, além de planejar, manipular e mover objetos por exemplo. Isso ocorre pois, em sua programação são empregadas características para as máquinas, com mensagens e informações relacionadas às necessidades humanas e do mundo (Comstor, 2019). As informações enviadas para a máquina são baseadas em dados que se relacionam para a possível implementação da engenharia do conhecimento, por isso são treinadas para ter acesso a imagens, característica de objeto, definições, categorias e propriedades.

A automatização de processos nos mais variados ambientes, faz com que tarefas e problemas que são considerados repetitivos e demorados, sejam solucionados por meio da Inteligencia Artificial. Os sistemas que possuem IA são diferenciados devido a sua capacidade de aprender de forma gradual, ou seja, conseguem aprender coisas novas com o passar do tempo, indicando que tais máquinas conseguem realizar tarefas com pensamento crítico e ter autonomia para tomada de decisões, que é onde o *Machine Learning* ganha seu espaço.

O aprendizado de máquina, mais conhecido como *Machine Learning*, é a prática que fornece ao sistema, algoritmos para aquisição de dados, para aprender com eles, e assim, determinar e predizer coisas sobre o mundo. Não é mais necessário fazer a implementação das rotinas de *software* a mão, com um conjunto próprio de instruções para adicionar uma determinada tarefa; a máquina consegue ser "treinada", devido ao grande volume de informações, algoritmos e dados que é passado a ela, fazendo com que possua a habilidade de entender e aprender a executar tarefas. Portanto, o aprendizado em máquina é uma aplicação da IA, que oferece aos sistemas a habilidade de aprender e melhorar sozinhas, de forma automática, baseado no que os humanos definem como certo e errado, para conseguir tomar decisões melhores no

futuro, sem a necessidade de intervenção de programadores.

A utilização da Inteligência Artificial e *Machine Learning* são importantes para Cidades Inteligentes, visto que conseguem prever com grande precisão futuros problemas que podem ocorrer na rede, com isso é possível antecipar tendências e modificar os dados de desempenho em *insights* acionáveis. A partir desses *insights*, os centros urbanos conseguem desenvolver políticas e infraestruturas de negócios mais eficazes e inteligentes, orientadas por dados, permitindo resolver os problemas com segurança e em tempo real.

Dentre as diversas aplicações que a IA e o aprendizado de máquina oferecem para uma *Smart City*, está o transporte público. Podendo melhorar setores como a manutenção preventiva, solucionar problemas de gerenciamento de tráfego e proporcionar viagem interativa para os passageiros. Na manutenção preventiva, pode atuar detectando falhas antes que elas ocorram, no gerenciamento de tráfego consegue identificar condições ambientais e físicas que podem atingir o fluxo de tráfego e causar congestionamentos; além disso, através de aplicativos móveis, possibilita aos usuários do transporte comprarem *tickets*, conferirem os horários e o *status*, visualizar qual estação está mais próxima, entre outros, facilitando a viagem do passageiro (EMPRESA1, 2020).

3.2 Mobilidade Inteligente

A mobilidade urbana é um dos principais problemas encontrados nas cidades, principalmente em grandes centros urbanos, devido a quantidade de imigrantes. A cada dia que passa, existem mais carros nas ruas e os transportes públicos estão mais lotados. Nos Estados Unidos, por exemplo, estima-se que apenas durante o tempo que se gasta em engarrafamentos e na sua maior parte, em busca de estacionamentos, é perdido em média \$121 bilhões/ano com o trânsito e cerca de 25% da poluição urbana mundial, é causada por veículos automotores, ou seja, pela mobilidade a combustão (CASTRO, 2017).

Os problemas relacionados ao trânsito e transporte público interferem diretamente na qualidade de vida do cidadão, pois quanto mais tempo é gasto no trânsito e menos conforto os transportes públicos oferecem, maior é o estresse, atrasos, conflitos no trânsito e menor comodidade. Com o objetivo de amenizar e resolver esses problemas, a mobilidade inteligente está sendo progressivamente procurada por gestores urbanos. Dewalska (2014) destaca sobre a mobilidade inteligente ser uma área que pretende solucionar as questões acerca de acessibilidade local, regional, nacional e internacional das *smart cities*, a partir da utilização de mecanismos da TIC e de estratégias de segurança. Já Sassi e Zambonelli (2014) definem a mobilidade inteligente como a união de todas as soluções que abrangem a mobilidade, por meio da coleta de dados disposta em variados agentes. Tais agentes são qualificados para executar informações relevantes no cenário da mobilidade urbana, estimulando a permuta social entre os agentes, que são retroalimentados com mais informações, o que reforça o diálogo, produzindo um ciclo virtual.

Estudos realizados mostram que grande parte dos projetos dotados por Cidades Inteligentes, possuem em seu plano, iniciativas para mobilidade urbana. [Neirotti et al. \(2014\)](#) realizou uma pesquisa em 70 cidades inteligente e analisou que mais da metade dos projetos tinham iniciativas voltadas à mobilidade de pessoas. Essas iniciativas propõem alternativas sustentáveis e inovadoras para proporcionar o transporte de pessoas nas cidades, como a criação dos modais de transporte público e de automóveis baseados em combustíveis e sistemas de propulsão que sejam menos poluentes. Na pesquisa realizada por [Piro et al. \(2013\)](#), na União Europeia, foram analisados os principais projetos que estavam em andamento ou eram recém concluídos e evidenciou que 63% dos projetos eram designados para a área do transporte. Sendo realizadas iniciativas para gestão de estacionamentos, acompanhamento do tráfego em situações emergenciais, diagnóstico e previsão do trânsito, na otimização de viagens, operações logísticas, áreas de carga e descarga, serviços de transporte geral (terrestre, ferroviário e aéreo) e na administração de estacionamentos específicos para indivíduos portadores de necessidades especiais.

A mobilidade inteligente passa a ser uma das dimensões de grande importância e priorização para cidades inteligentes. Uma pesquisa realizada na Silésia (Polônia) mostrou que 58% dos 322 cidadãos entrevistados destacaram a importância da mobilidade inteligente. As consequências da implementação de ações voltadas para o transporte são diversas, como a diminuição nos níveis de congestionamentos, desenvolvimento de transporte público eficiente e de baixo custo, a promoção de serviços de transporte por meio de dispositivos móveis (como aplicativos e bilhetes eletrônicos) ([DEWALSKA, 2014](#)).

Inúmeros são os desafios econômicos e sociais provenientes da mobilidade urbana, decorrente de uma demanda cada vez maior e grandes impactos relacionados ao espaço físico e do meio ambiente. Isso afeta o problema do aquecimento global, devido às emissões dos gases de efeito estufa liberado pelos veículos, grandes danos econômicos resultante do congestionamento de trânsito e aumento da quantidade de acidentes no trânsito, consequentemente afetando na redução da qualidade de vida da população. Nesta circunstância, certifica-se a grande importância dos projetos voltados à mobilidade inteligente nas cidades, como forma de melhorar não apenas a qualidade de vida de seus cidadãos, mas também a sustentabilidade nos centros urbanos.

Desta forma, as *Smart Cities* incentivam o planejamento e criação de iniciativas para, além de reduzir os demais problemas relacionados ao tráfego, encorajar o uso do transporte público. Assim sendo, alternativas de locomoção eficientes, de baixo custo e rápidas devem ser desenvolvidas, além de interferirem diretamente nas questões ambientais. A cidade de Londres na Inglaterra, inseriu pedágios com o objetivo de controlar o acesso às áreas que estavam sofrendo engarrafamento e estivessem mais congestionadas, estimulando o uso dos sistemas públicos de transporte. Como resultado, houve redução entorno de 30% na taxa de congestionamento, crescimento de 37% na velocidade média dos automóveis, assim como, redução de 20% na emissão de gases de efeito estufa e no consumo de combustíveis.

4 METODOLOGIA

Inicialmente utilizou-se o resumo do corpo de literatura, baseado na pesquisa por estudos e conhecimentos confiáveis e relevantes, a fim de chegar a uma conclusão acerca do tema do trabalho. Por conseguinte, as buscas primordiais foram em relação às definições e conceitos de diversos autores e pesquisadores sobre o que são Cidades Inteligentes e temas que acercam esse assunto, para, posteriormente, serem tratados de forma aprofundada para a realidade e contexto individual de cada cidade, fazendo estudo de caso para a cidade de Ouro Preto.

Fez-se a classificação de artigos, palestras científicas e publicações em sites institucionais e governamentais para contextualizar as *Smart Cities*, procurando também os principais fatores e causas para esse ser um tema preocupante e de grande importância para humanidade. A pesquisa foi feita, na sua maior parte, através de sites na Internet; sendo esses de órgãos oficiais, acadêmicos ou direto de canais científicos, constituindo veracidade de conteúdo.

Primeiramente foi feita uma busca histórica populacional, mostrando como o crescimento da população influencia diretamente na urbanização dos grandes centros. Foi apresentado o histórico e a projeção da população até 2100 e as preocupações que esse aumento de pessoas acarreta para o planejamento de uma cidade.

A pesquisa foi sequenciada buscando mostrar a conectividade das tecnologias tão presentes na atualidade com as cidades, detalhando um pouco mais sobre o crescimento tecnológico, a Tecnologia da Informação e Comunicação, que são diretamente associados para alguns autores dentro do conceito de Cidades Inteligentes.

Analisando e confrontando as diversas referências e conceitos, mostra-se que, além dos argumentos e opiniões que outros autores defendem, *Smart Cities* ainda não possuem um conceito engessado e concreto, apesar de todos associarem a tecnologia como principal diferencial entre as Cidades Inteligentes em relação às cidades tradicionais. Além disso, com foco em todo o material reunido e no conhecimento e entendimento da autora do presente trabalho, esta buscou alcançar uma definição final.

A segunda parte do trabalho busca aprofundar na implementação de novas tecnologias no transporte público da cidade de Ouro Preto, onde as adaptações realizadas estão associadas a conceitos de *Smart Cities*. Foi realizada uma pesquisa de campo, cronometrando o tempo da viagem realizada em determinado trajeto entre dois bairros, onde visa comparar o tempo que é gasto para realização do trajeto antes e após a tecnologia ser implementada. Assim, foram realizadas pesquisas na forma de questionários, com cidadãos que utilizam transporte público todos os dias, motoristas dos ônibus e auxiliares, mostrando qual a satisfação das pessoas atualmente acerca da mudança.

Os dados coletados resultaram em uma avaliação e interpretação crítica sobre os impactos

que a implementação “*smart*” teve no âmbito ressaltado, e se de fato está sendo relevante ou não para a população e para cidade.

4.1 Pesquisa de Campo na Cidade Ouro Preto - MG

Ouro Preto é uma cidade brasileira, situada no estado de Minas Gerais, que possui cerca de 74 mil habitantes, sendo muito conhecida por ser uma das principais cidades históricas e barrocas do Brasil. No ano de 1730, a cidade mineira chegou a ser a cidade mais populosa da América Latina, com cerca de 40 mil habitantes, décadas depois, 80 mil pessoas. Naquela época, Nova York possuía menos da metade desse número e a população da cidade de São Paulo era inferior a 8 mil habitantes. A cidade barroca foi o primeiro povoado brasileiro a ser conceituado como Patrimônio Histórico Mundial pela UNESCO, no ano de 1980, em 1933 foi considerada patrimônio estadual e em 1938, monumento nacional.

Sendo também muito conhecida por ser uma cidade universitária, o município mineiro tem sido cenário para o crescimento tecnológico na região. Medidas de estímulo à inovação e tecnologia têm sido adotadas em Ouro Preto, dentre algumas, se encontra a instauração de Grupo de Trabalho com objetivo de desenvolver o Programa do Parque Tecnológico de Ouro Preto, o qual foi reconhecido pelo decreto municipal nº 5.385 de 29 de maio de 2019. Através de iniciativas como essa, o poder executivo visa promover o empreendedorismo e gerar novos empregos na cidade por meio da tecnologia. Com grandes entidades educacionais como a UFOP (Universidade Federal de Ouro Preto) e IFMG (Instituto Federal de Minas Gerais) assim como empresas mineradoras que a rodeiam, acredita-se que o município possui fortes características para ser um grande gerador tecnológico.

Mesmo com a economia da cidade sendo fortemente impactada por meio do turismo e pelas mineradoras, nos últimos anos, o surgimento de novas *startups*, como a Gerencianet, Stilingue e Usemobile, passaram a contribuir para o seu crescimento. Com a influência das empresas do ramo tecnológico, a prefeitura da cidade passou a adotar várias medidas e ações com o intuito de estimular áreas de inovação e tecnologia.

Em 2018 foi implementado no transporte público do município o desenvolvimento da tecnologia através do sistema de bilhetagem eletrônica. A empresa [Transcotta \(2018\)](#), responsável pelas linhas de ônibus da cidade diz que:

"O serviço de bilhetagem eletrônica nos ônibus chega a Ouro Preto com o objetivo de modernizar a cobrança de passagens e proporcionar mais conforto, além de segurança aos passageiros que utilizam o transporte urbano na cidade [...]"

A tecnologia é uma realidade, e os benefícios em adota-la são muitos, além de agilizar o embarque e desembarque, os passageiros poderão fazer uso do “Moovit”, aplicativo que permite planejar viagens de transporte público [...] o passageiro terá acesso aos trajetos dos ônibus, o tempo de viagem e os horários de todas as linhas. Além de gratuito e simples de usar, o aplicativo será muito útil para reduzir o tempo de espera nos pontos de ônibus."

Assim como, a [Prefeitura de Ouro Preto \(2018\)](#) anuncia que:

"Visando modernizar o serviço de cobrança de passagens e proporcionar mais conforto e segurança aos passageiros que fazem uso do transporte urbano em Ouro Preto, a Prefeitura irá implantar a bilhetagem eletrônica nos ônibus das linhas que percorrem a cidade, inicialmente na sede. Além de agilizar o embarque e desembarque, as roletas eletrônicas facilitam também a fiscalização do recolhimento do Imposto Sobre Serviço (ISS) pelas empresas concessionárias. Outra vantagem é que os passageiros poderão fazer uso do aplicativo 'Moovit' [...]"

O sistema funciona com tipos diferentes de cartões, sendo divididos nas seguintes categorias:

- Cartão Benefício Especial - Voltados aos cidadão que são portadores de alguma necessidade especial e, portanto, não pagam para usar o transporte público;
- Cartão Benefício Sênior para idosos acima de 60 anos - cartão destinado para os usuários que possuem mais de 60 anos, sendo sua solicitação opcional, pois com a apresentação de um documento oficial com foto já é possível o embarque;
- Cartão Vale-Transporte - Destinado à trabalhadores que recebem recargas de seus empregadores, sendo as próprias empresas as responsáveis pela entrega do cartão;
- Cartão Usuário - São destinados as demais pessoas que utilizam o transporte, sendo identificados com o CPF dos cidadãos.

Os cartões são solicitados na empresa de transporte coletivo ou em comércios da cidade e são recarregados no Terminal Rodoviário, exceto os que possuem algum benefício. É permitido que os usuários, de maneira geral, ainda utilizem o Vale Transporte, vendido pela empresa de transporte coletivo, e ainda paguem com dinheiro, caso não tenha o cartão. O embarque no ônibus ocorre pela porta da frente, onde possui a catraca, e o seu desembarque pela porta traseira (Figura 8). Assim, a catraca eletrônica substitui os trocadores e, caso o usuário utilize o vale transporte ou dinheiro, o motorista é o responsável pelo seu recolhimento e de passar o troco quando necessário.

Figura 8 – Embarque e Desembarque nos Ônibus



Fonte: (Transcotta, 2018)

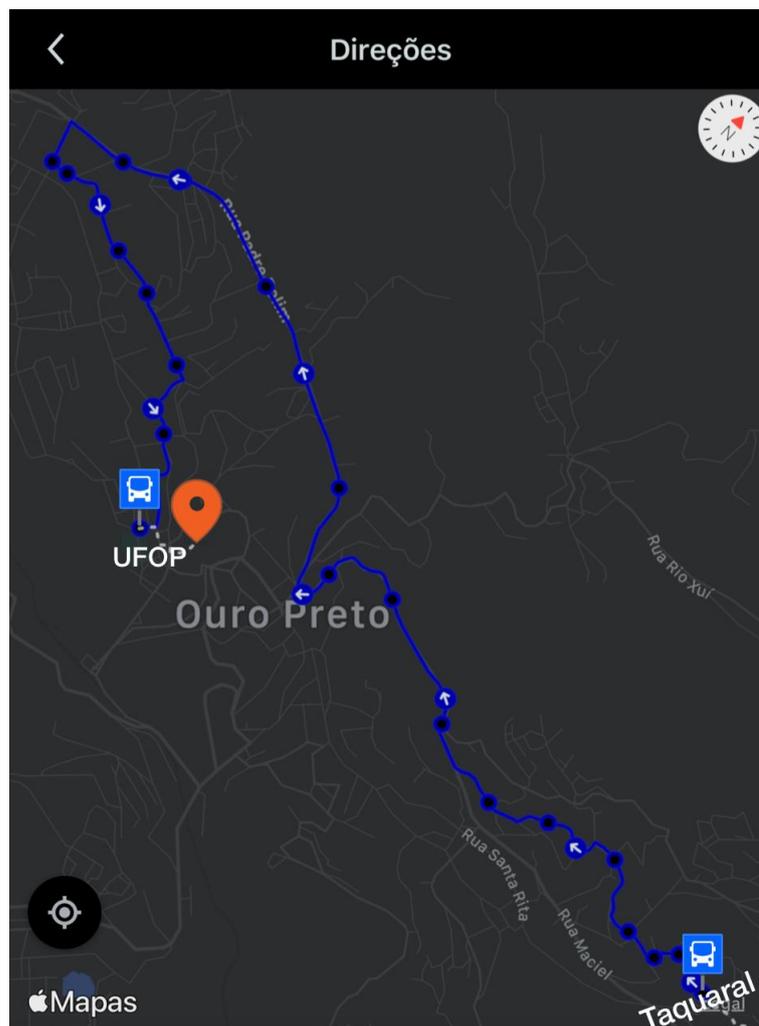
4.2 Método e Procedimento de Análise

O trabalho foi realizado, em um primeiro momento, por meio de uma revisão na literatura aprofundada, em fontes confiáveis, acerca de cidades inteligentes, seus impulsionadores e impactos, conceitualizando seus principais aspectos e confrontos. Em seguida, a pesquisa de campo na cidade de Ouro Preto foi realizada através de uma pesquisa de satisfação com a mudança no sistema do transporte público na cidade.

A pesquisa foi realizada mediante um formulário, onde usuários e motoristas puderam responder algumas perguntas relacionadas a mudança do sistema. O estudo foi restringido para uma determinada rota de ônibus, sendo esta Taquaral x UFOP (Universidade Federal de Ouro Preto), por ser uma das rotas mais utilizadas e com maior tempo de percurso da cidade. Essa é uma linha de grande importância tanto para a população quanto para as empresas de ônibus, pois ela alcança grande parte da cidade, assim várias pessoas a utilizam, como exemplo temos a grande quantidade de funcionários e estudantes da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) e do Instituto Federal de Minas Gerais, além dos demais trabalhadores. A figura 9 mostra o trajeto da linha no aplicativo Moovit, que também foi implementado na cidade.

A pesquisa foi realizada de agosto a dezembro de 2019, em que as escolas e universidade estavam em período letivo, com isso, havia um grande fluxo de usuários da linha.

Figura 9 – Trajeto Linha Taquaral x UFOP



Fonte: (Moovit, 2020) (adaptado pela autora)

Com o trajeto especificado, foram formuladas as perguntas e estruturado o formulário (Veja Apêndice A), nas quais buscam analisar o tempo do percurso do ônibus antes e depois da implementação da bilhetagem eletrônica, tanto em horários normais quanto em horários de pico, cujo trânsito é mais intenso. O formulário foi realizado através da ferramenta *Google Forms* e enviado para alguns cidadãos usuários da linha, tendo no total 26 colaboradores respondendo a pesquisa.

Assim, a pesquisa é considerada descritiva, pois são realizados estudos, análise, registro e a interpretação dos fatos ocorridos do mundo físico da população. Realizada por meio do recolhimento de informações detalhadas e minuciosas da área de estudo e investimento na coleta de dados, na qual descreve os fatos e a opinião de determinados cidadãos, sem nenhuma manipulação ou interferência da autora.

Para obter o resultado e conclusão de forma eficaz, a pesquisa teve abordagens quantitativas e qualitativas. Através de abordagens quantitativas, é possível traduzir por meio dos números

e gráficos gerados as informações coletadas e uma análise estruturada. A abordagem qualitativa foi importante para apresentar os resultados mediante percepções e análises, interpretando aspectos imateriais, ou seja, focado na opinião e ponto de vista das pessoas que realizaram a pesquisa. Assim, os aspectos qualitativos puderam complementar os quantitativos para gerar o resultado.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa de campo na cidade de Ouro Preto, a princípio, teve como público alvo apenas os usuários da linha de ônibus predefinida, devido ao fato da mudança do sistema de cobrança das passagens, ter como foco principal, a otimização e qualidade de viagem para a população. Posteriormente, foram abertas para motoristas para analisar principalmente se tiveram preparo para a mudança, posto que foram implementadas outras funções para o seu trabalho.

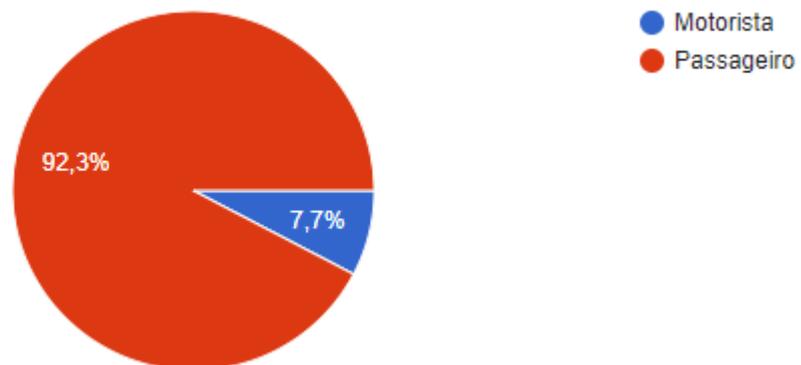
A ferramenta *Google Forms*, juntamente com o *Microsoft Office Excel*, possibilitou a análise de dados de forma estatística. Assim, nesta fase analisou-se as respostas do formulário dos contribuintes e foram apresentados os indicativos necessários. Segue abaixo os resultados obtidos dos formulários respondidos, totalizando 26 colaboradores para a pesquisa.

1. Nome Completo*

Visando maior conforto para os usuários e principalmente para os motoristas que responderam o formulário, foi acordado que nenhum dado pessoal seria divulgado no trabalho final.

2. Você utiliza com frequência o ônibus porque é: *

26 respostas

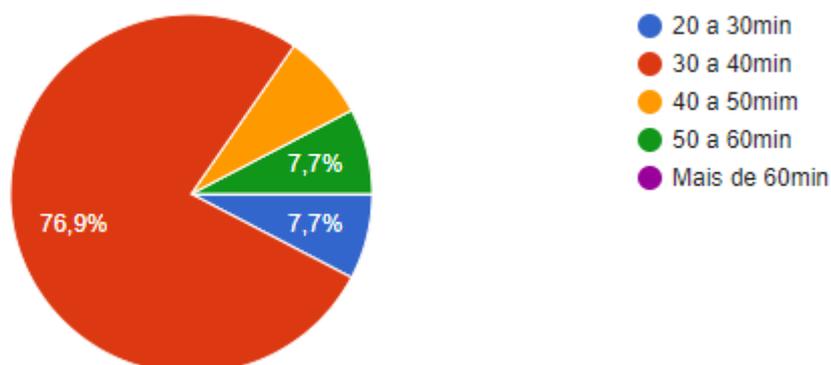


Fonte: Gerado pelo *Google Forms*

Logo, 24 pessoas são passageiros e 2 são motoristas.

3. Qual o tempo estimado gastava do TAQUARAL até a UFOP ANTES da catraca eletrônica EM HORÁRIO NORMAL? *

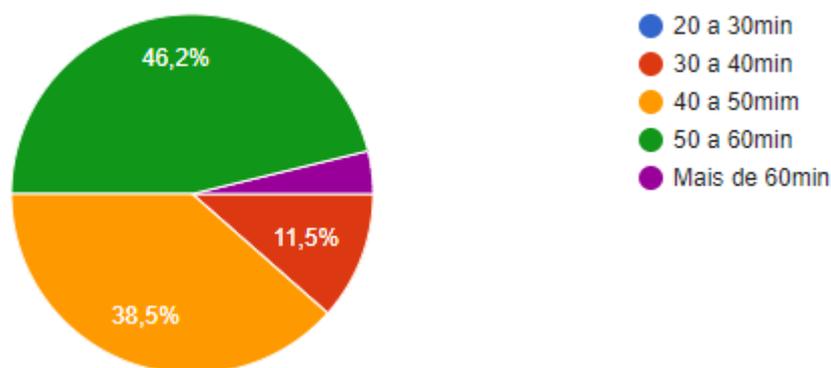
26 respostas



Fonte: Gerado pelo *Google Forms*

4. Qual o tempo estimado gastava do TAQUARAL até a UFOP DEPOIS da catraca eletrônica EM HORÁRIO NORMAL? *

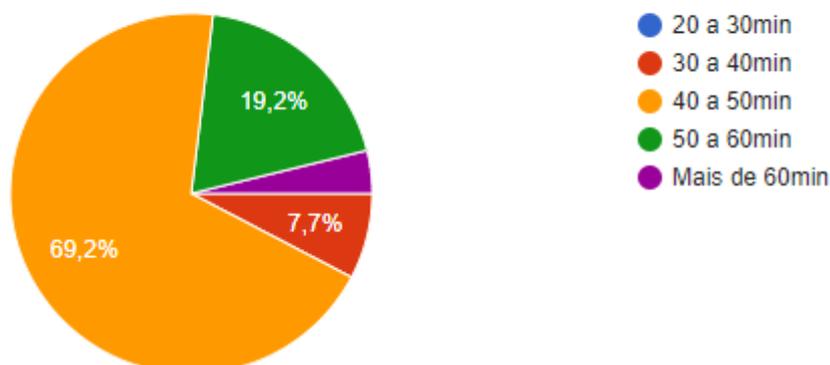
26 respostas



Fonte: Gerado pelo *Google Forms*

5. Qual o tempo estimado gastava do TAQUARAL até a UFOP ANTES da catraca eletrônica EM HORÁRIO DE PICO? *

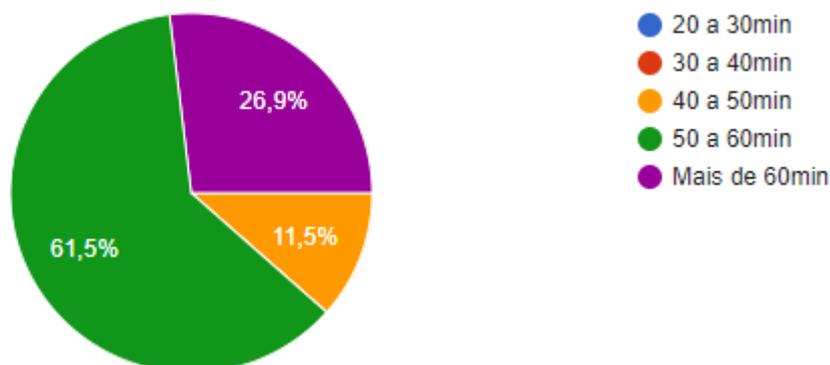
26 respostas



Fonte: Gerado pelo *Google Forms*

6. Qual o tempo estimado gastava do TAQUARAL até a UFOP DEPOIS da catraca eletrônica EM HORÁRIO DE PICO? *

26 respostas



Fonte: Gerado pelo *Google Forms*

Nos resultados mostrados pelas questões relativas ao tempo do ônibus (das perguntas 3 a 6), a alteração de tempo entre as respostas, ocorre devido ao ponto de ônibus que o passageiro embarca e desembarca no ônibus. Os pontos selecionados, possuem em média, no máximo 10 minutos de um até o outro, tanto os de embarque (Taquaral e Alto da Cruz) quanto o de desembarque (pontos da UFOP) e, apesar de haver diferença entre os usuários, individualmente, eles têm o costume de embarcar e desembarcar sempre no mesmo ponto.

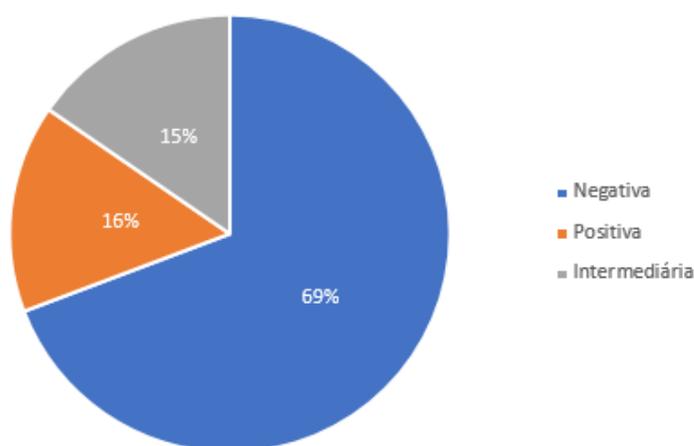
Pela análise das repostas, é possível perceber que para todos os 24 passageiros o tempo da viagem aumentou com a implementação da bilhetagem eletrônica, comparado ao sistema que havia quando existiam os auxiliares de motorista. Apenas as respostas dos 2 motoristas

mostraram que o tempo não aumenta nem diminui em nenhuma ocasião, nem mesmo altera em horário normal e em horário de pico.

7. De uma maneira geral, você acha que a mudança foi positiva ou negativa para o transporte público de Ouro Preto? Porque? *

De uma maneira geral, as pessoas acharam a mudança negativa, totalizando 69% (18 pessoas) das respostas obtidas. As principais queixas que esses usuários fazem são que sobrecarregou o trabalho do motorista, visto que a maioria das pessoas ainda não aderiram ao cartão eletrônico, além do que a cidade e a população não estavam devidamente estruturadas para mudança. Com isso, o tempo que o motorista gasta para recolher o dinheiro ou vale e dar o troco é grande, tendo baixa qualidade de serviço, gerando filas e atingindo diretamente o tempo da corrida, que passa a ser maior do que antes da mudança do sistema. Dizem também sobre o tempo de espera nos pontos e que os ônibus estão mais lotados, além da quantidade de desemprego resultado, pois os auxiliares de motorista não foram realocados e foram demitidos.

Os 16% dos usuários (totalizando 4 pessoas), sendo metade deles os 2 motoristas, que acharam a mudança positiva, frisam que, a bilhetagem eletrônica tende a otimizar e ter maior controle do sistema, trazendo futuramente mais comodidade para passageiro e motorista. Traz tecnologia para a cidade e a mesma deve se adaptar a mudança e adaptar com o desenvolvimento, e os motoristas ganharam mais tempo no ponto final. O restante dos cidadãos mostraram que a ideia da mudança é positiva, porém sua execução é falha, deixando a desejar e prejudicando o sistema.



Fonte: Elaborado pela própria autora

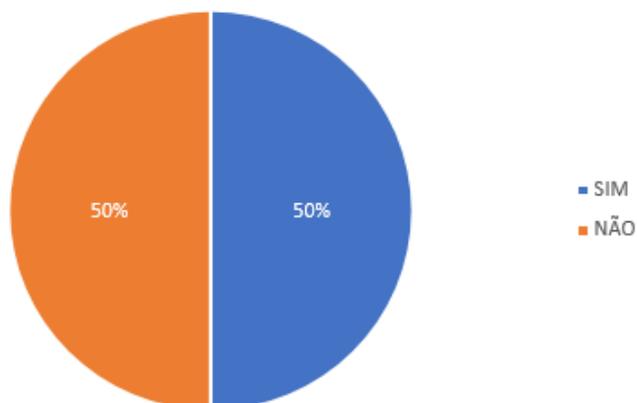
8. Caso você seja MOTORISTA, você se sente preparado para fazer as duas funções? Por que? (De motorista e trocador)

Dois motoristas responderam ao formulário, segue abaixo suas respostas:

- Motorista 1 - "Me sinto preparada . Porque temos que nos adaptar as mudanças"

- Motorista 2 - "No meu caso, sempre trabalhei em cobrança, por isso não fez diferença"

9. Caso você seja MOTORISTA, a empresa realizou treinamentos e deu suporte para lhe capacitar em ambas funções?



Fonte: Elaborado pela própria autora

Dados esses que mostram uma divergência entre os motorista, visto que o Motorista 1 diz que realizou treinamentos e suporte para a função, enquanto o Motorista 2 respondeu o contrário.

6 CONCLUSÃO

No decorrer do desenvolvimento do presente trabalho, foi possível analisar, que o conceito de Cidades Inteligentes está sendo cada vez mais propagado, não somente nas áreas acadêmicas e de pesquisa, mas também está sendo visível o interesse pelo assunto nas empresas e em órgãos públicos, para solucionar problemas recorrentes e crescentes nas cidades. Devido muitas vezes ao crescente aumento da urbanização nos centros urbanos, os desafios que aparecem precisam de soluções acertadas e rápidas.

Contudo, as cidades são sistemas complexos e necessitam de uma visão globalizada acerca de sua dinâmica e funcionamento, visto que, uma má governança e ausência de planejamento correto causa deficit estrutural, desigualdade social e econômica, consumos não sustentáveis, poluição e degradação do meio ambiente. Assim, é inserido as Cidades Inteligentes e, dentro desse conceito, são apresentadas como grande impulsionador a Tecnologia da Informação e Comunicação, associada com outros fatores como o *Big Data*, Inteligência Artificial, *Machine Learning*, IoT e a Computação em Nuvem, sendo os principais recursos tecnológicos que compõe as *Smart Cities*.

Por conseguinte, o trabalho mostra que as Cidades Inteligentes utilizam de desenvolvimento e inovações tecnológicas, associadas simultaneamente e de forma integrada aos serviços públicos, gestão e infraestrutura, melhorando sua eficiência, competitividade e eficácia, para que a sua gestão e planejamento sejam eficientes, resilientes, sustentáveis e melhore a vida do cidadão, trazendo inclusão social, para que toda a população tenha acesso, oportunidade e participação nas tecnologias desenvolvidas.

A pesquisa contemplou o estudo acerca da mobilidade inteligente, para mostrar a grande importância de sua implementação para as cidades inteligentes. Com isso, foi realizado o estudo de caso da cidade de Ouro Preto, com a implementação da bilhetagem eletrônica no transporte público da cidade.

Os resultados obtidos, por meio de dados estatísticos e da opinião acerca da satisfação das 26 pessoas contribuintes para a pesquisa, mostram que, de uma maneira geral, a implementação da bilhetagem eletrônica não ocorreu de forma eficaz. Foi possível analisar que, as corridas ficaram mais demoradas, os ônibus ficaram mais cheios e o tempo de espera maior e os fatores podem ser diversos, podemos destacar alguns como:

- Falta de preparo dos motoristas para desenvolver, além da função inicial, a função de trocador, pois muitos não têm o costume de mexer com cobrança e dinheiro, havendo maior dificuldade e deficiência para realizar o trabalho de trocador, o que afeta no tempo de embarque, gerando filas e consequentemente atrasos;

- Carência de infraestrutura na cidade para a implementação do sistema, visto que, mesmo após mais de 1 ano da inauguração da bilhetagem eletrônica, ainda possui apenas um ponto de recarga do cartão eletrônico na cidade, o que pode dificultar o acesso aos usuários e faz com que eles não adquiram o cartão e priorizem a utilização de dinheiro ou vale;
- Despreparo da população para a nova tecnologia, posto que, com a falta de acesso e escassez de informações e pontos de recarga, de certa forma a população permanece no comodismo e não fazem o uso do cartão eletrônico.

Analisando retrospectivamente os objetivos gerais e específicos propostos pelo trabalho, é possível observar que eles foram alcançados, uma vez que foi possível expor, através da pesquisa de campo realizada, que é de suma importância, um bom planejamento, gestão e visão íntegra para que inovações tecnológicas sejam inseridas num determinado contexto. Mostrando que, em volta das *Smart Cities* e de mudanças inteligentes, deve haver planejamento urbano, administração pública, tecnologia, sociedade e usuários como um todo, ao passo que, ao contrário disso, resultará em diminuição da qualidade de vida das pessoas, desigualdade, desempregos e menor comodidade para a população.

À partir do estudo de caso, verificou-se que há uma divergência entre o objetivo inicial da prefeitura e da empresa de transporte público e a satisfação da população com o que foi entregue, visto que visavam o conforto, segurança e agilidade mas resultou atrasos, viagens mais demoradas e desconforto do usuário. É o que ocorre também em muitas outras cidades no mundo todo, como Rio de Janeiro e Santiago (Chile), onde são consideradas cidades inteligentes em diversos *rankings* e pesquisas, porém sua população está completamente insatisfeita.

Após observação dos resultados, é possível atestar que as respostas dos motoristas contribuintes para análise do caso podem ter sido um fator limitante para a pesquisa. Mesmo com a ciência de que nenhum dado pessoal seria posteriormente divulgado, as divergências entre algumas respostas e a ausência de argumentos para a questão 7 do formulário (ver Apêndice B) pelos motoristas, leva a crer que houve receio por um lado e por outro a visão restrita e não ampla da mudança.

A conclusão reitera que é preciso entender que as Cidades Inteligentes surgem para trazer um estilo de vida, e se tornar uma percepção para o cidadão, para notar que tudo ao seu redor está voltado e conspirando para uma qualidade de vida melhor. É necessário ter simplicidade e esperar o momento certo para investir, perceber qual é o real problema que a cidade tem, planejar, estruturar as pessoas e a cidade, para então resolve-lo. Assim como, investir em parcerias, além de todos os fatores já ditos nos capítulos anteriores, a cidade inteligente precisa ser criada por um conjunto, com a junção das áreas acadêmicas, universidades, setores públicos e privados e a sociedade organizada.

Partindo do estudo de caso de Ouro Preto, para trabalhos futuros poderão ser realizadas pesquisas aprofundadas, baseadas em formas de melhorar a otimização e a aplicação do sistema

de bilhetagem eletrônica na cidade e o estudo de melhores pontos de implementação de recarga para possibilitar acesso igualitário para toda a população.

REFERÊNCIAS

- AAZAM, M. et al. Cloud of Things: Integrating Internet of Things and cloud computing and the issues involved, url = <https://ieeexplore.ieee.org/document/6778179>, urlaccessdate = 14 abr. 2020, year = 2014, bdsk-url-1 = . In: *Proceedings of 2014 11th International Bhurban Conference on Applied Sciences Technology (IBCAST) Islamabad, Pakistan, 14th - 18th January, 2014*. [S.l.]: IEE Explorer. p. 414–419. Citado na página 37.
- BARRETO, A. de A. A transferência de informação, o desenvolvimento tecnológico e a produção de conhecimento. *SciELO*, 1995. v. 1, n. 2, p. 4–5, 1995. Citado na página 21.
- BARROS, M. V. Big data e a internet das coisas. *Markets ST*, 2016. n. 14, p. 20, 2016. Citado na página 32.
- BARTLESON, K. The internet of things is a standards thing. *Electronic Design*, 2014. 2014. Citado 2 vezes nas páginas 32 e 33.
- BATTY, M. et al. Smart cities of the future. *European Physical Journal: Special Topics*, 2012. p. 481–518, 01 2012. Citado na página 28.
- BELL, R.; JUNG, J.; ZACHARILLA, L. *As economias de banda larga: criação da comunidade do século XXI*. 2011. New York: Intelligent Community Forum. Citado na página 27.
- BONOMI, F. et al. *Fog computing: a platform for internet of things and analytics*. [S.l.]: Springer, 2014. Citado na página 36.
- BOWERS, K. et al. *Smart Infrastructure, Getting more from strategic assets*. [S.l.], 2019. Disponível em: <<https://www-smartinfrastucture.eng.cam.ac.uk/system/files/documents/the-smart-infrastructure-paper.pdf>>. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 25.
- C40 SÃO PAULO CLIMATE SUMMIT. *Construindo Cidades Sustentáveis: Síntese do C40 São Paulo Climate Summit 2011*. 2011. PROCLIMA. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/05/smdu_usp_c40_pt_en.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2020. Citado na página 31.
- CASTELLS, M.; BORJA, J. *AS CIDADES COMO ATORES POLÍTICOS*. [S.l.]. Citado na página 21.
- CASTRO, R. de. *City SmartUp - Cidades inteligentes para uma melhor qualidade de vida*. 2017. TEDx Talks. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=qzXV43O9iG0>>. Acesso em: 25 set. 2019. Citado 4 vezes nas páginas 15, 17, 26 e 39.
- CHEN, M.; MAO, S.; LIU, Y. Big data: a survey. *Springer: Switzerland*, 2014. v. 19, n. 19, p. 171–209, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 35 e 37.
- CHRISTENSEN, C. M.; RAYNOR, M. E.; MCDONALD, R. What is disruptive innovation? *Harvard Business Review*, 2015. p. 44–53, 2015. Citado na página 17.
- COCCHIA, A. *Smart and digital city: a systematic literature review. Smart City: How to Create Public and Economic Value with High Technology in Urban Space*. [S.l.]: Springer, Cham, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 27 e 28.

COHEN, Y. Crescimento demográfico, industrialização e urbanização no Brasil. *RAE, Revista de Administração de Empresas*, 1974. v. 14, n. 2, 1974. Citado na página 19.

Comstor. *QUAIS AS DIFERENÇAS ENTRE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, MACHINE LEARNING E DEEP LEARNING?* 2019. CANAL COMSTOR. Disponível em: <<https://blogbrasil.comstor.com/quais-as-diferencas-entre-inteligencia-artificial-machine-learning-e-deep-learning>>. Acesso em: 15 abr. 2020. Citado 2 vezes nas páginas 32 e 38.

COUTINHO, L. A terceira revolução industrial e tecnológica. as grandes tendências das mudanças. *Economia e sociedade*, 1992. v. 1, n. 1, p. 69–87, 1992. Citado na página 20.

CUNHA, M. A. et al. *SMART CITIES: TRANSFORMAÇÃO DIGITAL DE CIDADES*. 1. ed. São Paulo: Programa Gestão Pública e Cidadania - PGPC, 2016. Citado 3 vezes nas páginas 26, 30 e 35.

DAMERI, R.; COCCHIA, A. Smart city and digital city: Twenty years of terminology evolution. *X Conference of the Italian Chapter of AIS, ITAIS2013*, 2013. p. 1–8, 01 2013. Citado na página 27.

DEANE, P. *A Revolução Industrial*. 3. ed. Cambridge: Zahar, 1973. Citado na página 20.

DEWALSKA, A. *Smart city concept - The citizens' perspective*. Berlim: Springer, Berlim, Heidelberg, 2014. Citado 2 vezes nas páginas 39 e 40.

DISTEFANO, S.; MERLINO, G.; PULIAFITO, A. Enabling the cloud of things. In: *2012 Sixth International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing*. IEE Explorer, 2012. p. 858–863. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/6296966/authors>>. Acesso em: 14 abr. 2020. Citado na página 37.

EMPRESA1. *O que esperar da inteligência artificial e do machine learning no transporte público?* 2020. Disponível em: <<https://www.empresal.com.br/o-que-esperar-da-inteligencia-artificial-e-do-machine-learning-no-transporte-publico/>>. Acesso em: 15 abr. 2020. Citado na página 39.

EVANS, D. *A Internet das Coisas: como a próxima evolução da Internet está mudando tudo*. 2017. Acesso em: 06 abr. 2020. Citado na página 32.

FERLIN, E. P.; REZENDE, D. A. Big data aplicado à cidade digital estratégica: estudo sobre o volume de dados das aplicações smart city. *Revista Gestão Tecnologia*, 2019. v. 19, n. 2, p. 175–194, 2019. Citado na página 36.

FERREIRA, M. M. de O. et al. Cidade digital, o primeiro passo para uma cidade inteligente e humana: Um estudo de caso no município de cachoeiro de itapemirim. *Revista Ambiente Acadêmico*, 2017. v. 3, n. 1, p. 67–81, 2017. Citado na página 27.

GREENGARD, S. *The Internet Of Things*. 1. ed. [S.l.]: Mit Press, 2015. Citado na página 32.

GROSTEIN, M. D. MetrÓpole e expansão urbana: a persistência de processos insustentáveis. *SciELO*, 2001. v. 15, n. 1, p. 13–17, 2001. Citado na página 14.

HILLIER, B. Spatial sustainability in cities organic patterns and sustainable forms. *Symposium A Quarterly Journal In Modern Foreign Literatures*, 2009. v. 1, n. 1, p. 1–20, 2009. Citado na página 21.

IGLUS/EPFL. MUI MOOC. *Introduction to Management of Urban Infrastructures*. 2016. IGLUS - Innovative Governance of Large Urban Systems. Disponível em: <<https://iglus.org/management-of-urban-infrastructures-mooc/>>. Acesso em: 30 mar. 2020. Citado 4 vezes nas páginas 22, 23, 33 e 34.

ITU. *An Overview of Smart Sustainable Cities and the Role of Information and Communication Technologies (ICTs)*. 2015. Disponível em: <itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/ArabStates-/Documents/events/2015/SSC/S3-DrSekharKondepudi.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2020. Citado na página 30.

JUNIOR, S. et al. O desafio da gestão de infra-estruturas urbanas para o desenvolvimento sustentável das cidades. *Repositório Institucional UFC*, 2005. p. 2, 2005. Citado na página 22.

KEVIN, A. That ‘internet of things’ thing. *RFID Journal*, 2009. 2009. Citado na página 32.

KOMNINOS, N. *Intelligent Cities: innovation, knowledge systems and digital spaces*. 1. ed. London: Routledge, 2002. Citado na página 27.

KON, F.; SANTANA, E. F. Z. *Cidades Inteligentes: Conceitos, plataformas e desafios*. 2016. JAI 2016 – Jornadas de Atualização em Informática 2016. Disponível em: <<https://www.ime.usp.br/~kon/presentations/JAI2016-CidadesInteligentes.pdf>>. Acesso em: 13 abr. 2020. Citado na página 35.

LAW, J.; BIJKER, W. *In Shaping Technology / Building Society: studies in sociotechnical change*. [S.l.]: Wiebe Bijker, 1992. Citado na página 22.

LEMOS, A. Cidade inteligentes. *FGV SB*, 2013. v. 12, n. 2, p. 47, 2013. Citado na página 14.

MARTINE, G. *Situação da População Mundial 2007: Desencadeando o Potencial do Crescimento Urbano*. [S.l.], 2007. Disponível em: <<http://www.unfpa.org.br/>>. Citado na página 13.

MONT’ALVERNE, A.; LEMOS, A. “smart cities in brazil. experiences under way in búzios, porto alegre and rio de janeiro”. *FAU/USP*, 2015. v. 10, n. 3, 2015. Citado na página 30.

Moovit. *Direções passo-a-passo de Taquaral para TV UFOP*. 2020. App Moovit. Disponível em: <https://m.moovitapp.com/ouro_preto_e_mariana-3960/lines/100/19614731/4309440/pt-br>. Acesso em: 2020-04-27. Citado na página 45.

Nações Unidas Brasil. *Apesar de baixa fertilidade, mundo terá 9,8 bilhões de pessoas em 2050*. [S.l.], 2017. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/apesar-de-baixa-fertilidade-mundo-tera-98-bilhoes-de-pessoas-em-2050/>>. Citado na página 13.

NEIROTTI, P. et al. Current trends in smart city initiatives: Some stylised facts. *Cities*, 2014. v. 38, p. 25–36, 06 2014. Citado na página 40.

NUAIMI, E. A. et al. Applications of big data to smart cities. *Journal of Internet Services and Applications*, 2015. n. 25, 2015. Citado na página 35.

PIRO, G. et al. Information centric services in smart cities. *Journal of Systems and Software*, 2013. v. 88, 01 2013. Citado na página 40.

PRADO, K. C. D.; SANTOS, P. E. dos. *SMART CITIES: CONCEITO, INICIATIVAS E O CENÁRIO CARIOCA*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, dez. 2014. Citado na página 20.

Prefeitura de Ouro Preto. *Ouro Preto terá serviço de bilhetagem eletrônica nos ônibus*. 2018. Prefeitura de Ouro Preto. Disponível em: <<http://www.ouropreto.com.br/noticia/2514/ouropreto-tera-servico-de-bilhetagem-eletronica-nos-onibus>>. Acesso em: 2020-04-27. Citado na página 42.

Dúvidas, fantasias e delírios: smart cities, uma aproximação crítica (2016), (LNCS). [S.l.]: FAU/USP, 2016. Citado na página 30.

SANDRINI, C. R. *Smart Cities: cidades cada vez mais inteligentes*. 2018. ProXXIma. Disponível em: <<https://www.proxxima.com.br/home/proxxima/how-to/2018/12/18/smart-cities-cidades-cada-vez-mais-inteligentes.html>>. Acesso em: 10 abr. 2020. Citado na página 14.

SANTIAGO, M. R.; PAYÃO, J. V. A internet das coisas aplicada às cidades inteligentes. *Revista de Direito da Cidade*, 2018. v. 10, n. 2, 2018. Citado na página 31.

SANTOS, E. dos. *Desenvolvimento Tecnológico e Desenvolvimento Sustentável*. 2009. Administradores.com. Disponível em: <<https://administradores.com.br/artigos/desenvolvimento-tecnologico-e-desenvolvimento-sustentavel>>. Acesso em: 20 mar. 2020. Citado na página 20.

SARAVALLI, T. L. S. Smart cities: A disrupção que invade a gestão publica por tadeu luciano seco saravalli. *Rede Juntos Plataforma Digital*, 2017. 2017. Citado na página 17.

SASSI, A.; ZAMBONELLI, F. Towards an agent coordination framework for smart mobility services. In: . [S.l.: s.n.], 2014. Citado na página 39.

SIEMENS. *Infraestrutura Interligente*. 2019. SiemensClaim: Ingenuity for life. Disponível em: <<https://new.siemens.com/br/pt/empresa/topicos-principais/infraestrutura-inteligente.html>>. Acesso em: 31 mar. 2020. Citado 3 vezes nas páginas 24, 25 e 26.

TARIFA, A. *O que é big data e como usar na sua pequena empresa*. 2014. Exame. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/pme/o-que-e-big-data-e-como-usar-na-sua-pequena-empresa/>>. Acesso em: 13 abr. 2020. Citado na página 34.

TOPPETA, D. The smart city vision: How innovation and ict can build smart, “liveable”, sustainable cities. *The Innovation Knowledge Foundation*, 2010. p. 4, 2010. Citado na página 14.

TOWNSEND, A. M. *Smart Cities: Big data, civic hackers and the quest for a new utopia*. 1. ed. New Jersey: W. W. Norton Company, 2013. Citado na página 22.

Transcotta. *Transcotta inicia o processo de bilhetagem eletrônica em Ouro Preto*. 2018. Transcotta. Disponível em: <<https://transcotta.com/2018/09/16/transcotta-inicia-o-processo-de-bilhetagem-eletronica-em-ouropreto/>>. Acesso em: 2020-04-24. Citado 2 vezes nas páginas 42 e 44.

UNESCO. *No mundo, um em cada cinco crianças, adolescentes e jovens está fora da escola*. [S.l.], 2018. Disponível em: <<http://www.unesco.org/>>. Citado na página 15.

United Nations. *World Urbanization Prospects: The 2014 revision (ST/ESA/SER.A/366)*. [S.l.], 2015. Disponível em: <<http://esa.un.org/unpd/wup/FinalReport/WUP2014-Report.pdf>>. Citado na página 19.

United Nations. *ONU prevê que cidades abriguem 70% da população mundial até 2050*. [S.l.], 2019. Disponível em: <<https://news.un.org/>>. Citado na página 18.

United Nations. *World Population Prospects 2019*. [S.l.], 2019. Disponível em: <<https://www.un.org/>>. Citado 2 vezes nas páginas 13 e 18.

UNRIC. *Relatório da ONU mostra população mundial cada vez mais urbanizada, mais de metade vive em zonas urbanizadas ao que se podem juntar 2,5 mil milhões em 2050*. [S.l.], 2019. Disponível em: <<https://www.unric.org/>>. Citado na página 14.

Viga. *Você sabe o que é o CPD – Centro de Processamento de Dados?* 2017. VIGAS - Tecnologia em Infraestrutura. Disponível em: <<https://viga.com.br/voce-sabe-o-que-e-o-cpd-centro-de-processamento-de-dados/>>. Acesso em: 01 abr. 2020. Citado na página 26.

WEISER, M. The computer for the 21st century. *UCI*, 1999. p. 07, 1999. Citado na página 33.

WEISS, M. C.; BERNARDES, R. C.; CONSONI, F. L. Cidades inteligentes: a aplicação das tecnologias de informação e comunicação para a gestão de centros urbanos. *Revista Tecnologia e Sociedade*, 2013. v. 9, n. 18, 2013. Citado na página 30.

WORLD ECONOMIC FORUM. *Global Competitiveness Report 2014-2015*. 2015. WORLD ECONOMIC FORUM. Disponível em: <<http://reports.weforum.org/global-competitiveness-report-2014-2015/>>. Acesso em: 26 mar. 2020. Citado na página 22.

ZAKON, R. H. *Hobbe's Internet Timeline* 25. 2018. Zakon. Disponível em: <<https://www.zakon.org/robert/internet/timeline/>>. Acesso em: 06 abr. 2020. Citado na página 31.

ZMITROWICZ, W.; NETO, G. de A. *Infra-estrutura Urbana*. 1997. Disponível em: <http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/TT_00017.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2020. Citado na página 22.

APÊNDICE A – FORMULÁRIO PESQUISA DE CAMPO NA CIDADE DE OURO PRETO

Pesquisa de Satisfação das Mudanças no Transporte Público da Cidade de Ouro Preto

Esse formulário está sendo realizado como pesquisa para o meu Trabalho de Conclusão de Curso cujo tema é “Smart Cities: impulsionadores e impactos”. Estou realizando uma pesquisa de campo para saber qual a satisfação das pessoas que utilizam o transporte público no dia a dia (motoristas, trocadores e passageiros), antes e após a mudança para catraca eletrônica.

Desde já, agradeço.

Amanda Luíza do Nascimento.

***Obrigatório**

1. Nome Completo *
2. Você utiliza com frequência o ônibus porque é: *
 - Motorista
 - Passageiro
3. Qual o tempo estimado gastava do TAQUARAL até a UFOP ANTES da catraca eletrônica EM HORÁRIO NORMAL? *
 - 20 a 30min
 - 30 a 40min
 - 40 a 50min
 - 50 a 60min
 - Mais de 60min
4. Qual o tempo estimado gastava do TAQUARAL até a UFOP DEPOIS da catraca eletrônica EM HORÁRIO NORMAL? *
 - 20 a 30min
 - 30 a 40min
 - 40 a 50min
 - 50 a 60min
 - Mais de 60min

5. Qual o tempo estimado gastava do TAQUARAL até a UFOP ANTES da catraca eletrônica EM HORÁRIO DE PICO? *
- 20 a 30min
 - 30 a 40min
 - 40 a 50min
 - 50 a 60min
 - Mais de 60min
6. Qual o tempo estimado gastava do TAQUARAL até a UFOP DEPOIS da catraca eletrônica EM HORÁRIO DE PICO? *
- 20 a 30min
 - 30 a 40min
 - 40 a 50min
 - 50 a 60min
 - Mais de 60min
7. De uma maneira geral, você acha que a mudança foi positiva ou negativa para o transporte público de Ouro Preto? Porque? *
8. Caso você seja MOTORISTA, você se sente preparado para fazer as duas funções? Por que? (De motorista e trocador)
9. Caso você seja MOTORISTA, a empresa realizou treinamentos e deu suporte para lhe capacitar em ambas funções?
- Sim
 - Não

APÊNDICE B – OPINIÃO DOS COLABORADORES SOBRE A MUDANÇA

7. De uma maneira geral, você acha que a mudança foi positiva ou negativa para o transporte público de Ouro Preto? Porque? *

- Motorista 1 - "Positiva, com a bilhetagem eletrônico ganhamos mais tempo nos pontos finais."
- Motorista 2 - "Positiva."
- Passageiro 1 - "Negativa. O tempo que motorista fica para dar troco e liberar a catraca atrasa muito em relação a antes. E tem dias que são mais demorados que outros. A fila para entrar dentro do ônibus é mais demorada que era antes."
- Passageiro 2 - "A mudança foi negativa pois além de sobrecarregar o motorista e tirar emprego dos cobradores, aumentou o tempo da viagem"
- Passageiro 3 - "Na minha opinião foi uma mudança muito negativa, as viagens demoram muito mais o gera atrasos nos horários e ônibus lotados o tempo todo."
- Passageiro 4 - "Totalmente negativa."
- Passageiro 5 - "Negativa, pois não houve preparação estrutural na cidade para essa mudança, poucos são os lugares que recarregam a carteirinha do ônibus, logo a população também não estava preparada."
- Passageiro 6 - "A mudança foi positiva porém o motorista não deve fazer a função de trocador pois atrasa a viagem."
- Passageiro 7 - "Mudança negativa, pois não alterou praticamente nada no tempo da viagem e vários funcionários foram demitidos."
- Passageiro 8 - "Positiva, pois toda mudança é bem vinda e a cidade deve adaptar a mudanças."
- Passageiro 9 - "Negativa, pois não otimizou o processo."
- Passageiro 10 - "Positiva, porque tendência a otimização e controle do sistema. Melhor comodidade para passageiro e motorista, e adaptação com o desenvolvimento."
- Passageiro 11 - "Negativa, pois tirou o emprego da trocadora e o ônibus demora mais pra chegar nos pontos e pra sair também!"

- Passageiro 12 - "Negativa. Além do aumento do tempo da corrida, vejo que os motoristas possuem a preocupação de ficarem recebendo dinheiro dos passageiros, pois a maioria não usa o cartão eletrônico. Pra mim a função do Motorista deveria ser apenas dirigir com prudência. Vejo a necessidade também de ter mais pontos de recargas espalhadas pela cidade, sei que existe na rodoviária, mas não conheço outros locais."
- Passageiro 13 - "Negativa. Principalmente devido a sobrecarga e desvio de função que vem sendo aplicada aos motoristas. Fazendo com que além de manter a atenção no trânsito, tenha que agora conferir os valores das passagens e controlar o fluxo de passageiros."
- Passageiro 14 - "A idéia foi positiva porém a execução deixa a desejar, visto que a maioria dos passageiros não possui o cartão e isso dificulta o trabalho do motorista que também tem que receber e dar o troco ao passageiro."
- Passageiro 15 - "Negativa, porque o motorista precisa fazer mais de uma função."
- Passageiro 16 - "Negativo, pois prejudicou o tempo de transporte dos passageiros até os seus destinos além de sobrecarregar as atividades do motorista."
- Passageiro 17 - "Positiva e Negativa. Positiva por trazer inovações/tecnologias para a cidade e Negativa por não construírem uma política de realocação dos funcionários que não são mais necessários e por ser nítido que não houve uma melhora no serviço prestado, houve economia para os prestadores de serviços."
- Passageiro 18 - "Negativa, pois demora muito para recolher o dinheiro e entregar o troco para todos"
- Passageiro 19 - "Negativa, para ser positiva deveria diminuir o tempo de espera."
- Passageiro 20 - "Tem os pontos positivos e negativos."
- Passageiro 21 - "Negativa. Sobrecarga de trabalho pros motoristas. Desemprego para os auxiliares. Aumento de passagem, qualidade de serviço baixa, tempo de viagem demorada. Horrível!"
- Passageiro 22 - "Negativa. Sobrecarga de trabalho pros motoristas. Desemprego para os auxiliares. Aumento de passagem, qualidade de serviço baixa, tempo de viagem demorada. Horrível!"
- Passageiro 23 - "Negativa, pois os motoristas ficam sobrecarregados e acabam atrasando mais o percurso."
- Passageiro 24 - "Negativa. Além do aumento do tempo da corrida, os motoristas precisam ter atenção com todos os passageiros."