# IoT na sustentabilidade das Cidades Inteligentes[1]

[1]*Josiane Pereira de Oliveira*
*Universidade Federal da Paraíba*
*josiane.oliveira@dcx.ufpb.br*

**Resumo**

*A população mundial chegará a 9,7 bilhões em 2050, prevê a ONU (2019) com alta concentração de indivíduos em ambientes urbanos todo esse movimento migratório estimula demandas em escala exponencial por recursos naturais, alimento, mobilidade urbana e serviços. Baseado nisso pode-se utilizar tecnologia e dados para criar ou adaptar os ambientes urbanos a um novo paradigma: cidades inteligentes, eficientes, conectadas e sustentáveis. Surgiu assim o objeto de pesquisa "a IoT contribui para a sustentabilidade das cidades inteligentes". Para tanto a metodologia empregada neste trabalho foi pesquisa descritiva exploratória acerca do tema IoT. O conceito Internet das Coisas (Internet of Things - IoT) tem como cerne a captura e análise de dados em tempo real através da interação com outras tecnologias que visam gerar certo nível de inteligência. E com a análise desses dados subsidiar o planejamento e implementar inúmeras infraestruturas inteligentes para fomentar a eficiência dos ecossistemas que compõem as cidades. Instituindo um novo conceito de progresso e um novo estilo de vida. Este trabalho procura evidenciar o funcionamento da "Internet das coisas" aplicada ao novo paradigma de urbanização o que converge para a materialização e manutenção das cidades inteligentes e sua sustentabilidade. Embora seja um processo a longo prazo o resultado é promissor e as cidades tornam-se mais interativas. A IoT aperfeiçoa e torna os serviços urbanos mais eficientes trazendo facilidades que promove maior qualidade de vida para o gênero humano.*

**Palavras-chave:** *Internet das coisas, Cidade inteligente, Sustentabilidade.*

**Abstract**

***The world population will reach 9.7 billion by 2050, predicts the UN (2019) with a high concentration of individuals in urban environments all this migratory movement stimulates demands on an exponential scale for natural resources, food, urban mobility and services. Based on this, technology and data can be used to create or adapt urban environments to a new paradigm: smart, efficient, connected and sustainable cities. The research object "IoT contributes to the sustainability of intelligent cities" was born. The methodology used in this work was exploratory descriptive research on IoT. The Internet of Things (IoT) concept has as its core the capture and analysis of data in real time through interaction with other technologies that aim to generate a certain level of intelligence. And with the analysis of these data subsidize the planning and implementation of numerous intelligent infrastructures to foster the efficiency of ecosystems that make up cities. Instituting a new concept of progress***

[1] "Trabalho de conclusão de curso, sob orientação do professor Augusto César P. da S. Montalvão submetido ao Curso de Licenciatura em Ciência da Computação do Centro de Ciências Aplicadas e Educação (CCAE) da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de LICENCIADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO."

***and a new lifestyle. This work seeks to highlight the functioning of the "Internet of things" applied to the new paradigm of urbanization, which converges for the materialization and maintenance of intelligent cities and their sustainability. Although it is a long term process the result is promising are more interactive cities, IoT perfects and makes urban services more efficient bringing facilities that promote a better quality of life for the human kind. Translated with www.DeepL.com/Translator (free version)***
**Keywords:** *Internet of things, Smart city, Sustainability.*

# 1 Introdução

A população mundial chegará a 9,7 bilhões em 2050, prevê a ONU (2019), com um aumento de 26% em relação aos 7,7 bilhões atuais. Com alta concentração de indivíduos em ambientes urbanos todo esse movimento migratório estimula demandas em escala exponencial por recursos naturais, alimento, mobilidade urbana e serviços. A diretriz para mitigar os grandes problemas dos centros urbanos já fora mencionada na Agenda 2030 (ONU, 2015) para o desenvolvimento sustentável, dentre os objetivos: tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis (Meta nº 11: cidades e comunidades sustentáveis).

Baseado nisso pode-se utilizar tecnologia e dados para criar ou adaptar os ambientes urbanos a um novo paradigma: cidades inteligentes, eficientes, conectadas e sustentáveis.

O conceito Internet das coisas (IoT) - é uma combinação de várias tecnologias associadas - com objetivo de prover serviços para soluções verticais sendo fundamental para a consolidação das Cidades Inteligentes, conectadas e sustentáveis. A eficiência é a palavra chave para a sustentabilidade das cidades.

Embasado nesse contexto surge a hipótese desta pesquisa “A Internet das coisas contribui para a sustentabilidade das cidades inteligentes?”

A partir dessa pergunta genérica desdobram-se as questões específicas:

1. Mostrar como IoT funciona, identificando sua arquitetura de funcionamento;
2. Identificar tecnologias IoT que possam contribuir para a sustentabilidade de uma cidade;
3. Fazer a análise de seu uso em algumas variáveis que compõe as cidades inteligentes.

As respostas a tais questões contemplam o objetivo geral da pesquisa, que é analisar a relevância do uso de IoT para alcançar a sustentabilidade nas Cidades Inteligentes.

## 1.1 – Metodologia

A metodologia usada neste trabalho foi realizar um estudo descritivo exploratório acerca do tema IoT, além dos procedimentos de pesquisa bibliográfica sistemática e caso de uso referente à IoT para gerar sustentabilidade em cidades inteligentes e a análise qualitativa da relevância de sua utilização. Pesquisa feita em teses e dissertações, livros, artigos científicos publicados em periódicos nacionais e internacionais; anais de congressos nacionais, jornais, revistas, rankings: Arcadis Sustainable Cities Index 2016, Arcadis Citizen Centric Cities 2018**,** EPI **–** Environmental Performance Index(é produzido em conjunto pela Universidade de Yale e Universidade de Columbia), IESE Cities in Motion Index. O *ranking* escolhido: IESE *Cities in Motion Index*.

Para pesquisar todos os dados sobre IoT na sustentabilidade das cidades Inteligentes no período de 2010 a 2019 usou-se uma *string* de pesquisa para busca por tópico, incluindo nos resultados título da publicação, resumo, autor, palavra-chave, e assim por diante. Isso resultou em 486 acessos. As *strings* foram as seguintes: Internet das Coisas, IoT, *Internet of Thing*s, *Smart cities*, Internet das Coisas, cidade inteligente e sustentabilidade, *Internet of Thing*s e sustentabilidade, Internet das Coisas e cidade inteligente, Internet das Coisas e sustentabilidade, índices de cidades inteligentes e sustentabilidade, IoT *and Sustainable Smart City*, IoT e cidades sustentáveis.

Fundamentou-se esta proposta através de levantamento de dados exploratórios qualitativos do conceito de IoT empregado nas cidades que a tornam inteligentes eficiente viabilizando suporte a várias ações que convergem para a sustentabilidade e qualidade de vida aos que ali residem, além da impressão do próprio pesquisador a fim de compreender as dimensões de sustentabilidade (econômica, social e ambiental) nas cidades inteligentes explicitados nos casos de uso abordados.

A estrutura do artigo está organizada em capítulos: o Capítulo 2 traz o referencial teórico com alguns conceitos de IoT e sua arquitetura; já o Capítulo 3 apresenta o conceito de Sustentabilidade e sua aplicação em Cidades Inteligentes; e o Capítulo 4 traz as considerações finais.

# 2 Referencial Teórico

## 2.1 – Conceito

A Internet das Coisas (*Internet of Things – IoT*) é um conceito embasado na interconexão, interação e compartilhamento ubíquos entre objetos - animados ou inanimados - à Internet com o intuito de gerar e captar dados através de dispositivos, atuadores e "sensores capazes de captar aspectos do mundo real, como por exemplo, temperatura, umidade e presença, e enviá-los a centrais que recebem estas informações e as utilizem de forma inteligente" (NASCIMENTO, 2015). Como também prover serviços para soluções verticais: *Smart City* (Cidade inteligente), *Smart Health* (Saúde inteligente) em diversos seguimentos em tempo real modificando processos e configurações dos dispositivos ou armazenando(s) e analisando(s) posteriormente, otimizando assim a experiência do usuário.

Segundo o pesquisador na área de tecnologia Silvio Meira (2016), "define as "coisas", no sentido da internet das coisas, como dispositivos que possuem, simultaneamente, capacidades de computação, comunicação e controle todas inseridas no meio digital" (apud MAGRANI, 2018, p. 20).

## 2.2 – Importância da IOT para conceber cidades inteligentes e sustentáveis

O conceito Internet das Coisas é muito usado para gerar sustentabilidade (social, ambiental e econômica) para Cidades Inteligentes. Segundo Tschiptschin (2018), as tecnologias digitais são estratégias para o desenvolvimento urbano sustentável, desde que atuem para reduzir custos, minimizar impactos ambientais e maximizar recursos com foco na qualidade de vida.

Toda infraestrutura conectada, fornecendo informações para gestão das cidades proporciona uma visão holística sobre os vários ecossistemas que compõe as cidades, em tempo real. Embasados nos dados capturados e analisados continuamente e nas informações provenientes desse processo cria-se um ambiente favorável ao gerenciamento e planejamento urbano e de sua infraestrutura dentre outros serviços. Então a possibilidade de que se materialize a excelência operacional é real. Segundo Herdoiza (2019), para planejar as cidades ideais, é necessário entender todas as atividades e setores que as moldam para que haja uma ideia de unidade e para facilitar seus processos de desenvolvimento integral.

Tudo isso agregado à maneira das pessoas processarem informações somada a inserção de novas tecnologias em seu cotidiano, a humanidade obterá o conhecimento e a sabedoria necessários, não apenas para sobreviver, mas para ampliar seu potencial econômico e social. Vale salientar que o meio ambiente é considerado em equidade com as variáveis que compõem as Cidades Inteligentes, por exemplo, economia, mobilidade, governança, urbanismo, energia, tecnologia, inovação, educação, estilo de vida, pessoas, segurança; ambos inteligentes.

Inserindo a tecnologia como meio nesse contexto, EVANS (2011, p. 07) fala que a IoT é essencial para o progresso humano à medida que a população do planeta tem um aumento exponencial com alta concentração de indivíduos em ambientes urbanos. O mais importante é que as pessoas se tornem gestores da terra e façam a otimização inteligente dos recursos. Além disso, as pessoas desejam viver vidas saudáveis, gratificantes e confortáveis para si próprios, suas famílias e aqueles com quem se preocupam.

## 2.3 – Funcionamento do Conceito Internet das Coisas

Claudir Segura (2015, p. 23) descreve como tudo se conecta em diversos modelos: pessoas conectadas a pessoas; Redes conectadas a redes; Pessoas conectadas a redes; Pessoas conectadas a dispositivos; e Dispositivos conectados a dispositivos.

O processo de funcionamento é um conjunto de fatores inerentes a IoT:

1. Existir o Objeto;

2. É fundamental a identificação (singular) digital do objeto para conectá-lo à Internet, ambas as tecnologias a seguir são utilizadas para esse fim: NFC (*Near-field Communication*) – permite a troca de informações entre dispositivos eletrônicos, por exemplo, cartão de crédito e a RFID (*Radio Frequency Identification*) – faz leitura em médias ou longas distâncias e em alta velocidade de *tags* (etiquetas);

3. É relevante que os dados digitais sejam capturados por sensores, etiquetas e/ou atuadores com a função de coletar dados do mundo real e enviá-los para a nuvem para algum nível de processamento.

Na IoT, os objetos inteligentes estão verdadeiramente conectados à Internet. Deste modo, os objetos podem prover serviços tais como quaisquer outros dispositivos na Internet, por exemplo, um objeto inteligente pode ser um servidor *Web*. Qualquer usuário da Internet, seja humano ou máquina, poderá ter acesso aos recursos dos objetos inteligentes. (SANTOS et al.)[9]

4. É essencial a conexão com uma rede fora do objeto. E para dar suporte a esta conectividade existe uma variedade de recursos incluindo: *Smartphones*, Satélites, *chips*, *WiFi*, dentre outros, conectando através de um *gateway*/roteador ou conectando diretamente para a Internet via Rede *Ethernet*; neste nível acontece o transporte dos dados para a nuvem.

5. É primordial que o objeto possua capacidade de processamento de dados autônomo (sem intervenção humana), tornando-os "inteligentes". Assim, as pessoas ao lidarem em seu cotidiano com os objetos conectados, a tecnologia passa a aprender os costumes e tarefas dos usuários e consequentemente personalizando os serviços.

> Todos os dias, "coisas" com capacidade de compartilhar, processar, armazenar e analisar um volume enorme de dados são conectadas à Internet. Esta prática é o que une a IoT ao conceito de *Big Data*, termo utilizado para descrever mecanismos de organização de grandes quantidades de dados estruturados, semiestruturados ou não estruturados que potencialmente podem ser explorados para obter informações. MAGRANI (2018, p.2)

6. A análise de dados transforma dados em informações e essas em conhecimento e serviços em escala inimaginável, particularmente em áreas que geram dados continuamente e necessitam de análises em tempo real.

> Segundo (J.R. Emiliano, Paulo, Edson, 2017), a Arquitetura IoT apresentada na Figura 1 escolheu Tecnologias abertas, simples, baratas e consagradas como *Ethernet*, Wi-Fi, Redes Ad-Hoc, ZIGBEE, Bluetooth, RFID, WSS (Wireless Signal Solutions) e Rede de Sensores. É claro que soluções cabeadas como Ethernet/*Wired* também podem ser

usadas. A Arquitetura separa a Comunicação nas seguintes Camadas: Conectividade de Sensores e Redes; *Gateways* e Redes; Serviços de Gerenciamento; e Aplicações.

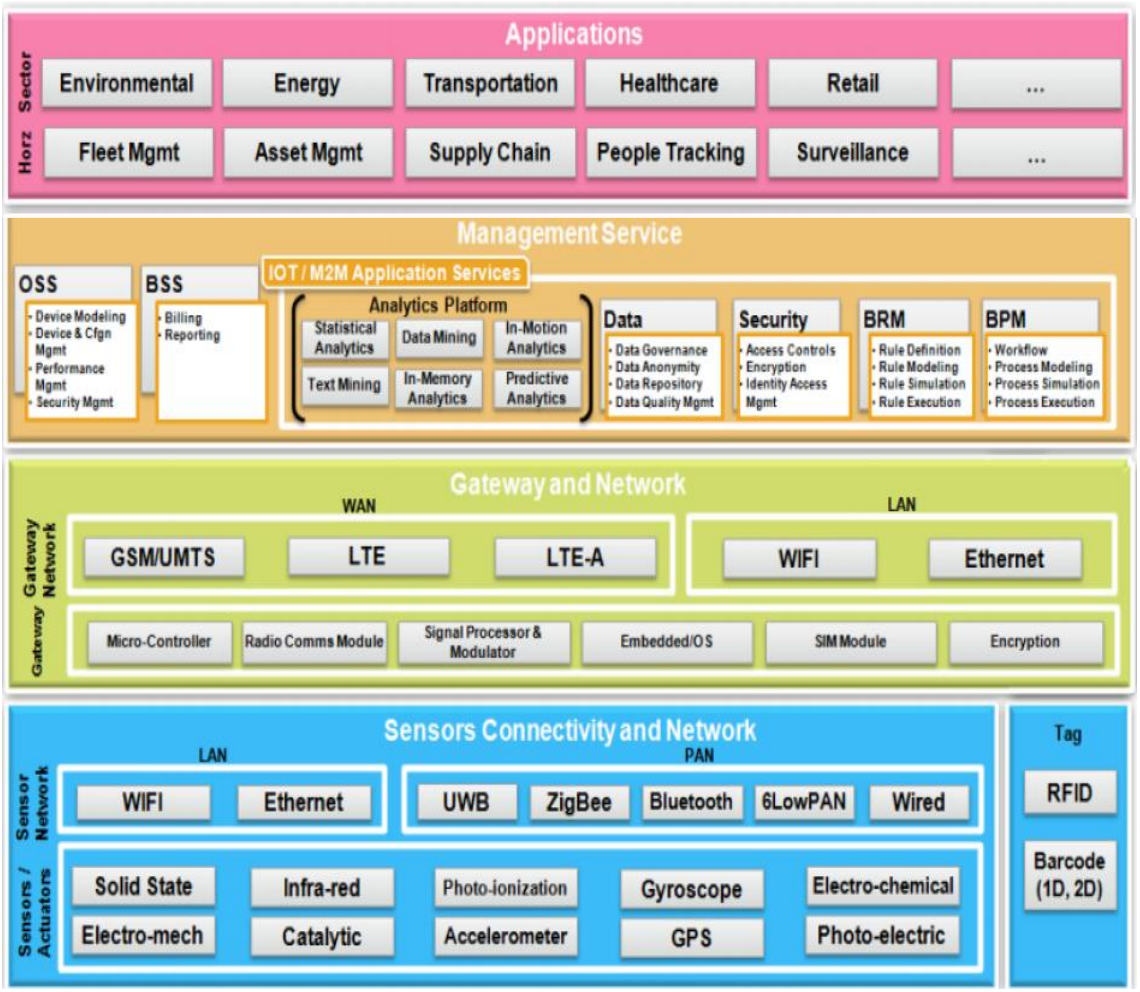



**Figura 1 -** IoT *Architecture IDA(International Development Association – The World Bank)*[12]
*Copyright Reserved by IDA*

Como pode ser visto na Figura 1, a Camada de *Sensors Connectivity and Network* possui algumas tecnologias, são elas: *Sensors Network*: **LAN**[2] - interligam computadores dentro de um mesmo espaço físico, compartilhando informações e recursos entre os dispositivos e **PAN**[3] para conectar dispositivos diversos entre si ou a computadores através de redes sem fio em curtas distâncias, seu uso é ilimitado. Dentre outras tecnologias de comunicação utilizadas nessa rede **UWB**[4] sua aplicação em ambientes ruidosos como é o caso das redes pessoais locais (WPAN)

[2]**LAN** - *Local Area Networks* (Redes de Área Local)
[3]**PAN**- *Personal Area Networks* (Redes de Área Pessoal).
[4]**UWB**[4] - *Ultra Wide Band* (Banda Ultra Larga).

esta combinação favorece a convergência de computadores, comunicação móvel e produtos eletrônicos (Teleco, 2019).

*Sensors/Actuators*: é usual ter num único *chip* de vários sensores, que são controlados pela lógica do circuito integrado, com uma interface de comunicação sem fio. Normalmente o termo "sensor inteligente" é aplicado ao *chip* que contém um ou mais sensores com capacidade de processamento de sinais e comunicação de dados (Loureiro et al., p. 1). Pacotes percorrem a rede de sensores até chegar a um *gateway* que irá encaminhá-los, por uma rede à Internet, até um computador onde irá ser executada a aplicação. A comunicação da rede de sensores com outras redes quase sempre incompatíveis (diferentes tipos de *hardware* e *software*), às vezes através de *gateways*, que estabelece a comunicação e fazem a conversão necessária, tanto em termos de *hardware* quanto de *software*. TANENBAUM (2003, p. 28).

Como pode ser visto na Figura 1, a camada de *Gateway and Network* descreve que pode-se usar: **LAN** e **WAN**[5], esta última podendo abranger uma grande área geográfica, como um país ou até mesmo um continente. Algumas das tecnologias de comunicação utilizadas nas redes WAN são: GSM/UMTS, LTE, LTE, padrões de tecnologia utilizados pelas redes de celular (Teleco, 2019).

Como pode ser visto na Figura 1, a camada *Management Service*: o M2M (*Machine-to-Machine*) descreve qualquer tecnologia que permita a troca automatizada de informações entre dispositivos e executem ações sem intervenção humana na comunicação. Esta tecnologia vai além da conexão ponto-a-ponto, podendo interligar sistemas de rede, fixas ou móveis, oriundos de equipamentos/terminais remotos para o monitoramento, medição, gerenciamento e controle dos mesmos.

Na comunicação "máquina a máquina" ocorre a transferência e utilização de dados em tempo real via redes M2M, possibilitando o funcionamento de diversos serviços, tais como: rastreamento automatizado de veículos (AVL), serviços públicos, serviços financeiros (ATM's e POS), segurança patrimonial, telemetria, automação industrial, gerenciamento de trânsito, *smart meetering* (medidores inteligentes), *smart grid* (redes de energia elétrica inteligentes), distribuição de petróleo e derivados, *agribusiness* e meio ambiente, saúde e outros (Teleco,

[5] **WAN** - *Wide Area Network* (Rede de Longa Distância).

2019). Na Figura 2 pode-se visualizar a comunicação em rede entre dispositivos e M2M para explicar *"Management Service"* da Figura 1.

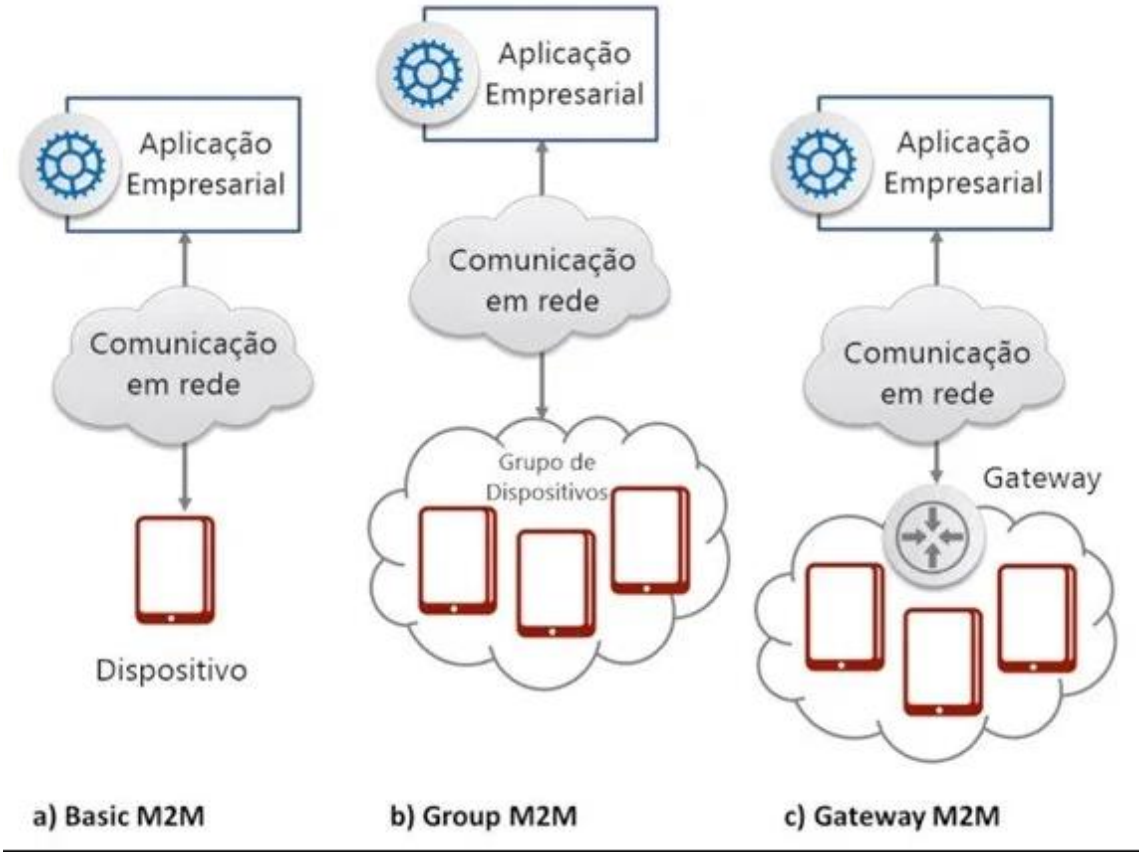



**Figura 2** – Mostra a comunicação entre dispositivos e M2M, para explicar "*Management Service"* da Figura 1. Disponível em: https://revistaadnormas.com.br/2019/03/19/os-conceitos-da-comunicacao-machine-to-machine-m2m/. Acesso em: 03 dez. 2019.

É característica da Internet das Coisas a ubiquidade. Neste sentido, este termo corresponde a qualquer tecnologia móvel capaz de capturar informação sobre o ambiente ou atuar sobre o mesmo (Sanchez et al. 2011) possibilitando a interconexão, interação e compartilhamento acessível em qualquer lugar e remotamente.

A Inteligência pontual[6] é a interoperabilidade de objetos, na qual cada objeto é uma abstração de um sensor, atuador ou qualquer outro dispositivo capaz de realizar algum tipo de computação ATZORI; IERA; MORABITO (2010), auxiliando a execução das tarefas e a Inteligência coletiva sendo responsável pela análise e compartilhamentos atualizados dos dados capturados com intuito de aperfeiçoar a experiência.

[6] comportamento inteligente quase humano ex. "botão de pânico" mencionado no texto da seção 3.2.3

Na Figura 1 pode ser visualizada ainda a camada de *applications* que provê serviços para os usuários.

### 2.3.1 – Algumas tecnologias associadas

Como já foi dito, a Internet das Coisas é um conglomerado de tecnologias que viabilizam a inserção de objetos do ambiente físicos ao mundo virtual. Na camada de percepção tem-se por funcionalidade coletar e processar dados através dos sensores e atuadores físicos.

Os Sensores (ou RSSF – redes de sensores sem fio) são dispositivos que detectam e respondem a eventos e modificações no ambiente e quando recebem esse estímulo a sua função é emitir um sinal que seja capaz de ser convertido e interpretado por outros dispositivos, por exemplo, sensores: de campo magnético, acústico, calor, pressão, movimento, luz etc.

Enquanto os Atuadores são dispositivos que podem executar um comando recebido de outro dispositivo, com base em uma entrada ou critério a ser seguido, por exemplo, sensores de luz e atuadores (relés) – monitoram as condições ambientais e as condições de iluminação natural e dependendo do contexto aciona uma lâmpada.

Com relação aos dispositivos que transportam os dados produzidos pela camada de percepção[7] para a camada superior tem-se o RFID – usado para identificação (singular) de objetos através da leitura de etiquetas em médias ou longas distâncias e em alta velocidade usada em aplicações como: identificação de veículos, animais, biometria etc.

Já o NFC – é também usado para a identificação (singular) de objetos – permite que dois dispositivos eletrônicos estabeleçam comunicação (exemplo, cartão de crédito, compartilhamento de fotos, vídeos etc.).

Para as comunicações de curta distância também é possível usar tecnologias como o Bluetooth LE (*Bluetooth Low Energy*) que é uma tecnologia de rede de área pessoal sem fio (consumo de energia e custo reduzido). Como também, o uso do ZigBee[8] para aplicações embarcadas, dentre outros.

---

[7] Pode-se visualizar na Figura1 na camada de *Sensors Connectivity and Network*.

[8] ZigBee é um padrão de rede sem fio) firmado por "ZigBee Alliance" (seu consumo de energia e taxas de transmissão são reduzidos) utilizado em aplicações de monitoramento e controle e em IoT depende de um *gateway*.

A nuvem permite que programadores de aplicativos IoT trabalhem com objetos heterogêneos sem considerar uma plataforma específica, nessa camada se processa dados recebidos, toma-se decisões e fornece os serviços necessários sendo a *Cloud Computing* (computação em nuvem) uma coleção de *Data Centers*[9] e a *Edge Computing* (computação na "borda"), permite que os dados dos sensores sejam processados na borda da rede (onde são gerados), algumas atividades, avaliação e filtragem, formatação, identificação de limites e geração de alertas (Perry Lea, 2018).

## 2.4 – Arquitetura de comunicação

### 2.4.1 – Camada de dispositivo (físicos e controladores)

Pôde-se visualizar na Figura 1 sobre *Sensors Connectivity and Network* (conectividade de sensores e rede) que nesta camada da arquitetura estão os dispositivos que convertem dados analógicos para digitais e encontra-se também os *gateways* que viabilizam suporte a diferentes tecnologias de redes de dispositivos, *Ethernet* (redes locais dedicadas para conexão com os dispositivos), conversão de protocolo e processamento na borda onde os dados são gerados (Perry Lea, 2018).

### 2.4.2 – Camada de rede

As comunicações e conectividade de dispositivos e as redes acopladas à Internet estão concatenadas nesta camada. Aqui existe inúmeras tecnologias de redes e protocolos: há conectividade da nuvem – a curta distância – mediada por *gateway* que fornece suporte a distintas tecnologias de rede *wireless* de dispositivos (RFID, NFC, ZigBee, Bluetooth, WiFi) e rede de dados (com fio). Existe também a conexão – a longa distancia – da nuvem para cada objeto, por exemplo: satélites, *smartphones* e LPWA (Perry Lea, 2018).

A rede *wireless* LPWA – *Low Power Wide Area* (Baixa Potência e largo alcance) dedicada a IoT interliga milhões de "objetos" de menor valor agregado, com redes de melhor

[9] Data Centers utilizado para armazenar, analisar e acessar dados de forma ubíqua e em qualquer dispositivo.

cobertura, menor custo de conexão e menor consumo de bateria, expandindo as soluções para IoT. As principais alternativas de LPWA são: SIGFOX e LoRa – *Long range* (Longa distância), que utilizam frequências não licenciadas e tecnologias proprietárias e foram projetadas para aplicações que operam sensores com necessidades muito limitadas de taxa de dados, disponibilidade e qualidade. NB-IoT – *Narrow Band IoT* (IoT em banda estreita), variante do LTE (4G) que está sendo especificada para atender aplicações de LPWA utilizando frequências licenciadas. (PERRY LEA, 2018), (HANES, David. Et al, 2017), (TELECO, 2019).

### 2.4.3 – Camada de Suporte a Serviços e Aplicações

Análise de dados é o âmago da Internet das Coisas transformando dados em informações e essas em conhecimento e serviços em escala inimaginável.

É um fato contemporâneo no qual através do conceito Internet das Coisas a humanidade torna-se protagonista da geração de dados em velocidade, volume e variedade em larga escala.

> Segundo PONCE DE LEON (2016, p.63 e 64), o entendimento de que esses dados podem conter informações preciosas tem feito com que várias áreas de conhecimento busquem na **Ciência de Dados** (CD) conhecimentos que levem à solução de vários de seus problemas e permitam avanços significativos.
>
> A CD estuda princípios, métodos e sistemas computacionais capazes de extrair de forma eficiente conhecimento novo, útil e relevante presente em conjuntos de dados. Para isso, ela faz uso de técnicas de mineração de dados.
>
> [...] Praticamente toda área de conhecimento pode se beneficiar de CD. A extração de conhecimento relevante de um conjunto de dados por meio de CD já ajuda a resolver problemas complexos nas áreas de Humanidades, Ciências Exatas, Ciências da Vida, Ciências Agrárias e Tecnologias.

A geração de valor dos dados passa pela **análise Descritiva** sempre que se busca especificar o que está acontecendo ou aconteceu, **análise Diagnóstica** enquanto se busca distinguir a causa para um evento, **análise Preditiva** sempre que se busca detectar os problemas antes que eles ocorram o que fornece respaldo para prevenção e **análise Prescritiva** ao indicar soluções em tempo real para tomada de decisão escolhendo a melhor estratégia para solucionar problemas, materializando a eficiência.

# 3 IoT na Sustentabilidade das Cidades inteligentes (*Smart Cities*)

## 3.1 - Sustentabilidade

Sustentabilidade é um conceito relacionado ao desenvolvimento sustentável, ou seja, formado por um conjunto de ideias, estratégias e demais atitudes ecologicamente corretas, economicamente viáveis, socialmente justas e culturalmente diversas. Segundo Depiné e Clarissa (2018, p.87), "ao direcionar o olhar para cidades sustentáveis, precisamos fazer o exercício de enxergar sistemas dentro de sistemas interconectados e que aumentam em tamanho e complexidade".

O desenvolvimento sustentável significa suprir as necessidades presentes sem afetar a habilidade das gerações futuras de suprir as próprias necessidades. Mas para que a sustentabilidade seja consolidada é necessário à adesão das pessoas empenhadas em preservar o meio onde vivem. O planeta é a casa comum, portanto é responsabilidade de todos a mudança de hábitos.

O conceito IoT viabiliza "Um modelo urbano baseado na utilização de tecnologias da informação e comunicação, as TICs, para potencializar a competitividade econômica, garantir a sustentabilidade urbana e a qualidade de vida dos cidadãos, entre outros aspectos da vida em cidades (DUTTA, 2011).

Segundo Bibri & Krogstie (2017, p. 193), "Uma cidade sustentável pode ser descrita como um ambiente urbano projetado com o objetivo primário de contribuir para melhorar a qualidade e a proteção ambiental, a equidade social e o bem-estar ao longo do tempo, o que pode ser alcançado através da adoção de estratégias de desenvolvimento sustentável para promover o avanço e a inovação em ambientes construídos, infraestrutura, funcionamento operacional, planejamento e provisionamento de serviços de ecossistêmicos e humanos, ao mesmo tempo em que otimiza ganhos de eficiência" (apud Depiné e Clarissa S. Teixeira, 2018, p. 93).

Em se tratando de sustentabilidade nas cidades inteligentes, segundo Anderle (2017), o que se percebe é que basicamente existem dois tipos de abordagens: a abordagem onde o centro das pesquisas é a tecnologia e essa é estudada a partir de documentos e serviços vinculados por grandes *players* da tecnologia e a outra abordagem que é estudada principalmente por institutos

de pesquisas humanas, onde o foco das pesquisas está em estudar os reflexos da utilização das TICs. Existe uma linha tênue entre sustentabilidade, qualidade de vida e as variáveis que compõem as cidades inteligentes, tais como: mobilidade, urbanismo, meio ambiente, energia, tecnologia, inovação, economia, educação e segurança.

A transformação das cidades em inteligentes é inerente ao conceito IoT por assegurar o suporte a várias ações que convergem para a sustentabilidade maximizando a eficiência dos serviços aos seus usuários. *Smart city* é uma cidade que monitora e integra as condições de todas as suas infraestruturas críticas, incluindo estradas, pontes, túneis, ferroviário/metrôs, aeroportos, portos, comunicações, água, energia, até mesmo grandes edifícios, podendo otimizar melhor seus recursos, planejar suas atividades de manutenção preventiva e monitorar os aspectos de segurança enquanto maximiza serviços para seus cidadãos (Hall, 2000).

Segundo Nijkamp et al.(2012), a cidade é denominada "inteligente" quando investimentos em capital humano e social e em infraestrutura tradicional e moderna de comunicação estimulam o crescimento econômico e uma alta qualidade de vida, com um gerenciamento sensato de recursos naturais, por meio de governança participativa. Além disso, cidades tornam-se "inteligentes" se universidades e indústrias suportam os investimentos do governo no desenvolvimento de tais infraestruturas.

Segundo Giovannella (2013), uma cidade com boa performance e atitude proativa e inovadora possui seis características inteligentes (também chamadas de fatores flexíveis ou "*soft*": economia, mobilidade, meio ambiente, pessoas, qualidade de vida, e governança), consolidada a partir da combinação inteligente de talentos e atividades de cidadãos autossuficientes, independentes e conscientes.

### 3.2 - Casos de Uso de IoT em Cidades

Esta seção foi criada para testar a hipótese "a Internet das Coisas contribui para a sustentabilidade das cidades inteligentes?". Para isso optou-se por estudar as informações específicas em alguns *rankings* por ser um recurso com critérios determinados, de considerável

relevância, por avaliar e listar com propriedade as cidades sob diversas dimensões. Com o intuito de compreendê-las no que diz respeito ao uso da IoT para gerar a sustentabilidade (econômica, social e ambiental) nas *Smart cities* e os indicadores urbanos considerados pelo mesmo. Foi selecionada Londres e Nova *York* por constarem no topo do *ranking* e Singapura, Estônia para diversificar o uso do conceito Internet das Coisas.

Dentre as dez cidades mais inteligentes do mundo, Londres foi considerada a cidade mais inteligente do mundo, segundo a sexta edição do IESE *Cities in Motion Index* – CIMI (2019, p. 25).

Londres está em primeiro lugar no *ranking* geral graças ao seu desempenho muito bom em quase todas as dimensões. A capital britânica classificada em primeiro lugar no capital humano e alcance internacional, terceiro na mobilidade e transporte, sétimo para a dimensão de governança, oitava em tecnologia e nona em planejamento urbano. No entanto, a cidade não mostra um desempenho tão bom nas dimensões de coesão social[10] (quadragésimo quinto) e meio ambiente[11] (trigésimo quarto)(IESE, 2019).

Observa-se que todos os critérios de desempenho das cidades inteligentes relacionadas neste *ranking* estão focados no desenvolvimento sustentável. Evidente na constatação de que as variáveis que permeiam a sustentabilidade estão presentes de forma relevante nas cidades elencadas neste *ranking*, por exemplo, mobilidade, tecnologia, estar equipado com infraestrutura inteligente para a melhor experiência do usuário.

Este ano, a "*Big Apple*" (Nova York) está em segundo lugar no *ranking* geral, mas goza da posição de liderança na dimensão econômica. Nova York também se destaca em outras dimensões, como capital humano (terceiro), planejamento urbano (segundo), mobilidade e transporte (quinto), alcance internacional (oitavo) e tecnologia (décimo primeiro). No entanto, a cidade tem um desempenho pior na dimensão da coesão social (centésimo trigésimo sétimo).

[10] Coesão social no **contexto urbano** refere-se ao nível de convivência entre grupos de pessoas com diferentes rendimentos, culturas, idades e profissões que vivem em uma cidade. IESE Cities in Motion index (2019, p. 12). Disponível em: https://media.iese.edu/research/pdfs/ST-0509-E.pdf. Acesso em:27 março 2020.

[11] "um desenvolvimento que responda às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades". Definição utilizada em 1987 pela Comissão Mundial das Nações Unidas para o Ambiente e Desenvolvimento, criado em 1983.

Já a capital da Holanda completa o pódio do *ranking* CIMI 2019. Sendo um centro líder em finanças e comércio, a cidade também é um importante centro cultural e turístico. Amsterdã tem um bom desempenho geral no *ranking* e destaca-se especialmente no alcance internacional (terceiro), tecnologia (sétimo), economia (décimo), planejamento urbano (décimo primeiro) e mobilidade e transporte (décimo primeiro). O *ranking* das Cidades pode ser visto na Figura 2 (IESE).

(IESE) descreve o desempenho das cidades e ele é classificado da seguinte forma:

- Elevado (H) se tiverem um índice superior a 90;
- Relativamente alta (RH) se a cidade estiver entre 60 e 90.

| Ranking | City | Performance | CIMI |
|---|---|---|---|
| 1 | London - United Kingdom | H | 100,00 |
| 2 | New York - USA | H | 94,63 |
| 3 | Amsterdam - Netherlands | RH | 86,70 |
| 4 | Paris - France | RH | 86,23 |
| 5 | Reykjavík - Iceland | RH | 85,35 |
| 6 | Tokyo - Japan | RH | 84,11 |
| 7 | Singapore - Singapore | RH | 82,73 |
| 8 | Copenhagen - Denmark | RH | 81,80 |
| 9 | Berlin - Germany | RH | 80,88 |
| 10 | Vienna - Austria | RH | 78,85 |

**Figura 3** - Ranking das cidades – Top 10. Disponível em:https://blog.iese.edu/cities-challenges-and-management/ 2019/05/10/ iese-cities-in-motion-index-2019/.Acesso em: 18 jul. 2019.

### 3.2.1 - Londres Inteligente

"Muitos dos avanços de Londres na aplicação de dados e tecnologias inteligentes são globalmente reconhecidos" (Sadiq Khan, Prefeito de Londres).

Primeiro cria-se a plataforma *online* para interação e interconexão com os vários ecossistemas que compõem a cidade para torná-la inteligente e sustentável. Um recurso flexível que se adapta e/ou agrega novas tecnologias digitais é fundamental para materializar um panorama holístico e atualizado em tempo real sobre as variáveis que compõe a cidade. São recursos relevantes para o gestor público ampliar o conhecimento sobre as peculiaridades da cidade e projetar soluções para consolidar a eficiência em infraestrutura urbana e gestão de seus recursos naturais e promover qualidade de vida aos que ali residem.

As plataformas digitais de instituições públicas formam uma rede com inúmeros serviços públicos que facilitam a vida da sociedade londrina além de serem canais para que o cidadão e/ou usuários registrem suas opiniões, sugestões e participem de consultas públicas. É relevante a participação da sociedade como protagonista das soluções para fomentar sustentabilidade econômica, social e ambiental nas cidades concatenada à infraestrutura tecnológica.

Aos gestores públicos é essencial identificar situações problema, mapear e gerar soluções inovadoras. Também é notório o trabalho colaborativo numa articulação efetiva entre equipes multidisciplinares, um espaço em que as soluções inovadoras são transformadas em projetos por pessoas altamente qualificadas. A coautoria nos projetos e planificação para uma ***Smart London Together*** (Londres inteligente juntos) são as parcerias público-privadas, sociedade e universidades focados em viabilizar melhor qualidade de vida para as pessoas que ali se encontram, sejam moradores ou domiciliados.

LOTI[12] também faz parte da *City Data Analytics Programme*[13] núcleo virtual coordenado pela equipe de inteligência da cidade GLA[14] na prefeitura. O programa de análise de dados da cidade desenvolve, implementa projetos de ciência de dados e suporta colaborações de dados em ***n*** instituições do setor público de Londres. Os gestores dos projetos são: cientistas de

[12] *LOTI- London Office of Technology and Innovation* (Escritório de Tecnologia e Inovação de Londres).
[13] *City Data Analytics Programme* (Programa de Análise de Dados da Cidade)
[14] *GLA- Greater London Authority* (Grande Autoridade de Londres).

dados da equipe da GLA, funcionários dos bairros de Londres, do setor público e parceiros acadêmicos. O acesso as publicações do site é universal e faz parte do ***Smart London Together***. (LOTI)

Pode-se visualizar na Figura 4, o Portal de gerenciamento de projetos com o roteiro do Projeto: Proposta, Em Desenvolvimento, Rota de Entrega, Avaliação. Tomada de decisão e política (Amarelo), Melhoria do Serviço (Azul) e Experimentação Urbana (Vermelho).

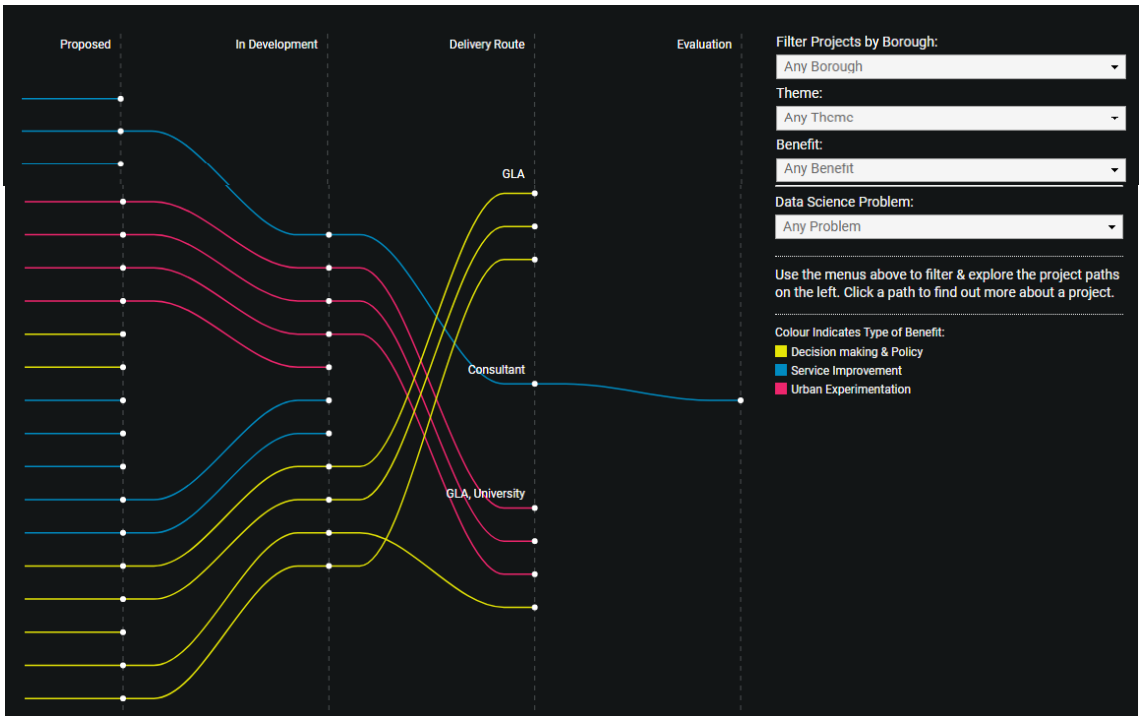



**Figura 4 -** Exemplo central de gerenciamento de projetos com o roteiro do projeto. Disponível em: https://data.london.gov.uk/city-data-analytics-programme/.Acesso em: 17 jan. 2020.

LCCP- *London Climate Change Partnership* (Parceria de Londres para as alterações climáticas), uma coparticipação de peritos dos setores público-privado e comunitário em Londres. É um fórum com temas relevantes de interesse da coletividade, gerenciar atividades e disseminar conhecimento com foco em pessoas interessadas em uma Londres mais resiliente.

O *London Datastore* é o portal de compartilhamento de dados, recurso este reconhecido internacionalmente, superou 700 coleções de dados publicados e o acesso é universal e gratuito (*London Datastore*).

"A capital da Inglaterra é uma cidade pioneira em mobilidade: implantou o primeiro túnel submarino, o primeiro aeroporto internacional e a primeira rede ferroviária subterrânea do mundo, o *London Underground*, conhecido como *The Tube*. Hoje, o sistema de transporte da cidade é referência mundial por integrar metrô, trem, ônibus, bicicleta e táxis.

A peça-chave desse sistema integrado são os *Oyster Cards*, outra referência criada por Londres. O sistema de bilhetagem eletrônica permite que os moradores acessem os diferentes tipos de transporte com apenas um cartão". (g1.globo.com, 2018)

Em 2003, o *Oyster Card* surge como o primeiro sistema de cobrança inteligente de transporte público do mundo. Funciona aproximando-se o cartão do sensor e, com crédito, a catraca é liberada. Antes do desembarque no metrô deve-se passar o *Oyster Card* e é nesse momento que o *chip* registra o custo da viagem, o valor é mensurado de acordo com o horário e as zonas percorridas. Assim como, quando o cartão possui saldo insuficiente para desembarcar, o passageiro irá pagar uma multa. Em caso de extravio ou roubo do *Oyster* o saldo remanescente estará disponível em até 24h, desde que ao adquiri-lo registre-se o cartão no site do TFL (*Transport for London*).

**Respire Londres** (*Breathe London*, 2018)

É um projeto em execução que visa rastrear e mensurar a contaminação do ar através de tecnologia de ponta e analisar os dados disponibilizando esse subsídio para os administradores públicos planejarem e executarem soluções para mitigar os efeitos nocivos consequentes da poluição do ar. Mas também compartilhar as informações às pessoas interessadas e promover maior qualidade de vida aos londrinos.

Agrega valor ao *Breathe London* os projetos: 1. A rede de monitoramento do ar consiste em 100 sensores de última geração afixados em postes e prédios ambos localizados em áreas estratégicas para captar, gerar e compartilhar em tempo real medições da qualidade do ar.

2. Veículos do *Google Street View* providos de sensores móveis para rastrear e mensurar a contaminação do ar em inúmeras vias específicas de Londres, registrando e compartilhando esses dados sucessivamente. Na Figura 5 pode-se visualizar um veículo do *Google Street View* com sensores que registram e compartilha dados da qualidade do ar para prover o mapa de poluição em tempo real em Londres.




**Figura 5 –** Carro do *Google Street View* com sensores para monitorar a poluição do ar em Londres. Disponível em: https://geoawesomeness.com/google-street-view-cars-to-fuel-real-time-pollution-map-in-london/ Acesso em: 17 jan. 2020.

3. Mochila equipada com sensores *wearables* (vestíveis) foi disponibilizada a alunos e professores do *King's College London*. Ambos participaram ativamente do monitoramento da qualidade do ar, em seu cotidiano, no percurso de ida e volta à escola. Na Figura 6 pode-se visualizar essa mochila usada para monitorar a qualidade do ar em Londres.




**Figura 6** - Mochila com sensores para monitorar a qualidade do Ar . Disponível: https://www.breathelondon.org/wearables/. Acesso em: 01 jan. 2020.

A tomada de decisão contextualizada por ciências de dados proveniente do **Respire Londres** para mitigar a poluição tóxica do ar com foco na qualidade de vida dos londrinos e reduzir custos no setor de saúde pública, foram os projetos em execução.

O compartilhamento das informações - atualizada em tempo real - sobre a qualidade do ar londrino tem como parâmetro as diretrizes da Organização Mundial da Saúde (OMS). O meio para publicidade de notícias, alertas e orientações à população é de acesso universal e gratuito, dentre outros: o **Mapa interativo** de Londres e em 2.500 pontos de ônibus e todas as estações do metrô de Londres, nas redes sociais, um aplicativo e um serviço de alerta em texto.

**ULEZ**[15] lançado em abril de 2019 a solução proveniente do projeto "Respira Londres" para mitigar a contaminação do ar no centro de Londres (há previsão de expansão para outras localidades em breve). É cobrada uma taxa diuturnamente - a exceção do dia 25 de dezembro - para os veículos que permanecem fora do padrão da ULEZ.

Faz parte do projeto as **LEBZ**[16] que é expandindo a área de transporte público com abrangência das ações para mitigar a contaminação tóxica do ar londrino criou-se mais três zonas: *Lewisham, Stratford* e *Edmonton* somando 79 rotas distintas. Em Londres entre ônibus novos e adaptados segundo padrão ULEZ supera o total de 3.000 veículos e é a maior frota de ônibus de emissão zero da Europa.

Para disseminar o conhecimento sobre alternativas de transporte com combustível menos tóxico existe um simulador online o ***Cleaner Vehicle Checker*** - CVC para a pessoa interessada verificar se o carro está dentro do padrão do ULEZ basta selecionar as opções: Marca – Modelo – ano modelo – emissões toxicas e enviar. A ferramenta já contabiliza mais de 100.000 acessos.

### 3.2.2 - Nova York

Na edição de 2016 da ***Smart City Expo World Congress*** **(SCEWC)**, a cidade de Nova York foi intitulada "***melhor cidade inteligente***" um reconhecimento pelo Projeto "***Smart City, Equitable City***" (Cidade inteligente, cidade igualitária). As tecnologias inteligentes aplicadas as

[15] *ULEZ – Ultra Low Emission Bus Zones* (Zonas de ônibus de baixa emissão).
[16] *LEBZ- Low Emission Bus Zones* (Zonas de ônibus de baixa emissão).

soluções verticais definem a maneira como as pessoas interagem com as cidades e os sistemas que as integram.

A inteligência é mensurada pela agilidade, colaboração e a capacidade de aplicar inúmeros recursos tecnológicos para atender às demandas do mundo real. No governo nova-iorquino todos os departamentos que o compõem estão hiperconectados possibilitando aos gestores: propagar a eficiência nos serviços públicos, compartilhar a transparência no processo administrativo, estimular a gestão participativa plena e ativa da sociedade e a coautoria nos projetos para otimizar os espaços urbanos, dentre outros serviços. E paralelamente investir e incentivar o progresso, a sustentabilidade, e a resiliência em função da dignidade do gênero humano.

A infraestrutura de dados de Nova York torna a cidade e seus cinco bairros mais produtivos, dinâmico, e as pessoas mais criativas geram inovação. A seguir a descrição de algumas das variáveis que compõe a cidade agregando-as à Internet das Coisas para inúmeras interações, hiperconectividade através de suas inúmeras aplicações de forma contínua.

**DoITT**[17]disponibiliza serviços de TI, infraestrutura e telecomunicações para melhor experiência dos que ali residem e gera mais oportunidade para todos (DoITT).

**DCAS**[18] compartilha sua funcionalidade segundo as diretrizes do governo de Nova York viabilizando serviços essenciais na cidade para materializar a equidade, eficácia e sustentabilidade (DCAS).

**MODA**[19] é o núcleo de inteligência de Nova York e é neste ambiente que as agências da cidade em sua totalidade tem acesso ao ***DataBridge*** [20]. Mas também agrupam e analisam dados para implementar soluções verticais e gerenciar a problemática urbana em três relevantes categorias: Operações de suporte; Compartilhamento de dados em toda a cidade; e Dados abertos.

Quanto aos órgãos externos como o Serviço Nacional de Meteorologia, a Administração Federal de Gerenciamento de Emergências, *ConEdison, Long Island Power Authority* e o estado

---

[17] DoITT - *Department of Information Technology and Telecommunications* (Departamento de tecnologia da informação e telecomunicações).
[18] *DCAS - Department of Citywide Administrative Services* (Departamento de serviços administrativos da cidade).
[19] MODA - Mayor's Office of Data Analytics (Escritório de análise de dados).
[20] *DataBridge* (Plataforma de compartilhamento de dados).

de Nova *York* ambos cooperam ao gerar dados para o MODA e/ou aplicam as informações resultantes da análise desses dados em beneficio próprio. Nesse contexto há a coparticipação do Centro de Ciência e Progresso Urbanos da **Universidade de Nova *York***[21] e o Instituto de ciências e engenharia de dados da **Universidade de Columbia**[22]( MODA).

A IoT impulsionando a economia baseada em análise de dados (economia do conhecimento um paradigma recente e muito promissor gerador de riquezas). ***Urban Tech Hub***[23]em coparticipação com a *New York City Economic Development Corporation* - **NYCEDC**[24] corporação oficial sem fins lucrativos, onde sua missão é promover o crescimento econômico na cidade de Nova York (*Urban Tech Hub*).

O *Digital.NYC* é uma plataforma *online* oficial do ecossistema de *startups* e tecnologia da cidade de Nova York, e trata-se de um conglomerado de empresas, *startups*, investidores, eventos, trabalhos, *blogs*, vídeos, espaços de trabalho, aceleradores, incubadoras, recursos e organizações nos cinco distritos de Nova York. É consequência da coparticipação público-privada ímpar entre o escritório do prefeito novaiorquino, a NYCEDC e várias das principais empresas de tecnologia e mídia de Nova York (Digital.NYC)**.**

*Brooklyn Navy Yard* é o centro de tecnologia colaborativo na cidade de Nova *York* – sem fins lucrativos - sua missão é impulsionar a economia, gerando riqueza. O *Yard* abriga mais de 400 empresas, empregando mais de 10.000 pessoas e gerando mais de US$ 2 bilhões por ano em impacto econômico para a cidade. A própria cidade serve como laboratório para testar as inovações tecnológicas urbanas, onde a meta é obter ecossistemas eficientes e sustentáveis.

**O *New Lab*** apoia empresas nas vertentes: robótica IA, tecnologia urbana, ambiente construído, energia, dispositivos conectados, tecnologia aditiva, ciências da vida e nanotecnologia. Tudo isso para gerar uma cidade mais habitável, sustentável e resilientes por meio de suas tecnologias e produtos além de outras parcerias público-privadas (Brooklyn Navy Yard).

---

[21] Universidade de Nova *York* - *C*entro de pesquisa singular que utiliza a própria cidade de Nova York como laboratório.
[22] Universidade de Columbia - desenvolve e implanta protocolos e padrões de compartilhamento de dados.
[23] *Urban Tech Hub* (desenvolvimento urbano com tecnologia*).*
[24] NYCEDC - Corporação de Desenvolvimento Econômico da Cidade de Nova Iorque.

A democratização da conectividade gera maior interação entre usuários e entre esses e os serviços públicos. As informações no *site* podem ser traduzidas em 104 idiomas o que facilita a comunicação com os usuários na plataforma do governo NYC[25].

***NYC Mobile Apps***[26] para *smartphones* favorece uma experiência ímpar ao usuário, é funcional e relevante no acesso aos serviços públicos. Isso confere certa autonomia e empoderamento aos nova-iorquinos e aos que ali residem e torna a vida mais prática. Exemplo de *Apps*, dentre outros: ACCESS HRA *Apply for Benefits Now* (programas de assistência), NYC 311(encontre serviços governamentais ou relate solicitações de serviços), NYC *Environmental Protection* (My DEP - pague sua conta de água e esgoto DEP e rastreie seu consumo de água) (NYC Mobile Apps).

NYC *The Official Guide* (Guia oficial de New York) é um portal com informações para explorar a cidade, entretenimento e seus distritos, e é mais um exemplo da eficiência na comunicação.

O ***LinkNYC*** são quiosques de última geração instalados na cidade e nos cinco distritos nova-iorquinos. Ele dá suporte à rede de comunicações com acesso gratuito e universal. Possui *Wi-Fi* de alta velocidade, na Figura 7 pode-se visualizar: carregador de dispositivo, e um botão de emergência 911, um *tablete touch screen* para acesso aos mapas e serviços da cidade, pode-se realizar ligações para todo EUA. As laterais do quiosque são revestidas com tela digital de alta definição de 55 polegadas usadas para anúncios de serviços públicos e publicidade em geral. A receita para custear o empreendimento é proveniente da plataforma de publicidade da *LinkNYC* que também gera milhões de dólares em receita para a cidade de Nova York (LinkNYC).

[25] *NYC* é a marca comercial e de serviço da cidade de Nova York.
[26] *NYC Mobile Apps* (Aplicação móvel de Nova York)

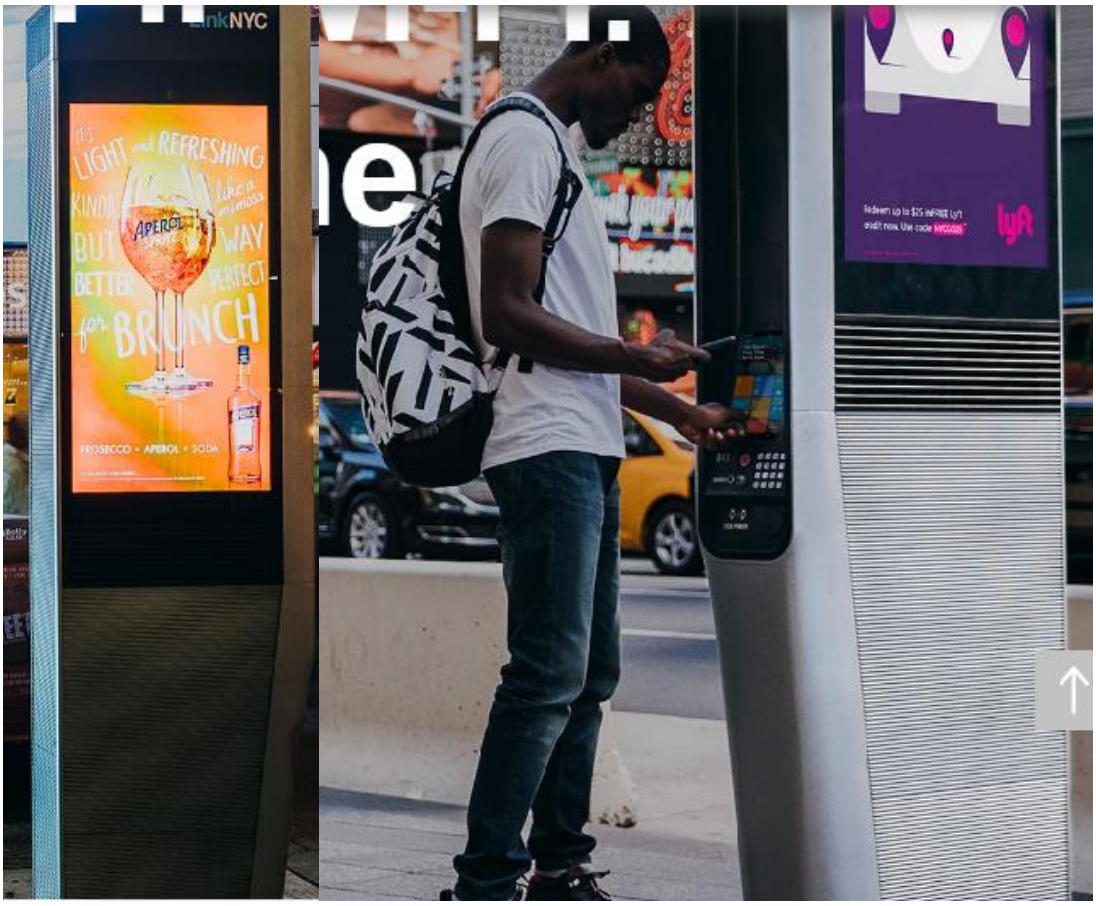



**Figura 7 - LinkNYC** é uma rede de comunicações em Nova York formada por quiosques de última geração chamados *Links*. Disponível em: https://www.link.nyc/. Acesso em: 31 jan. 2020.

O projeto em execução **Luzes *LED Street*** tecnologia utilizada para mitigar a emissão de gases de efeito estufa e a demanda por energia reduzindo custos. Os *LEDs* tornam o contraste de cores mais nítido (à noite) distinguindo com maior precisão a imagem de pedestres e ciclistas.

O programa **Câmera *Red Light*** (1993) proporciona fotografias de alta resolução de veículos, *close-ups* das placas; ambos servem como prova real nas infrações de trânsito. Constatou-se uma redução em 40% nos acidentes de trânsito convergindo para um ambiente mais seguro dos pedestres e outros condutores.

**DOT**[27] possui uma frota de transporte sustentável que viabiliza circulação segura, eficiente e ambientalmente responsável de transeuntes, bens, e tráfego de veículos nas ruas, estradas, pontes e vias navegáveis de rede de transporte da cidade (DOT).

*Midtown in Motion* (2011) - Centro da cidade em movimento - esse projeto ganhou o prêmio de tecnologia de transporte da ITS América. Trata-se de um sistema inovador de transporte inteligente e mais requintado. Na primeira fase do projeto implementou-se 100 sensores de tráfego, 32 câmeras e leitores *E-ZPass* estrategicamente distribuídos em 23 cruzamentos a meta é rastrear e coletar dados do tráfego em tempo real para entender as experiências dos condutores, pedestres e ciclistas.

Os engenheiros do **DOT** usam **TMC**[28] e os **ATSC**[29] ambos são dispositivos de gerenciamento de tráfego**.** Tais tecnologias digitais detectam problemas de congestionamento em tempo real, mapeiam a situação e disponibiliza ao gestor do DOT para gerar soluções inovadoras com base em análise de dados o que viabiliza intervenções para mitigar o fluxo de tráfego, sincronização do sinal de transito, desconectar gargalos de congestionamentos e diminuir as emissões de carbono, dentre outras ações pertinente a engenharia de trafego (DOT).

A comunicação entre os dispositivos é feita através da **NYCWiN**[30] os dados são transmitidos para o **TMC** na cidade de *Long Island*. As informações atualizadas sobre o tráfego e de acesso público a pessoas interessada e desenvolvedores de aplicativos no site do DOT, em *smartphones* e *tablets* (NYCWiN).

Constatou-se melhoria de 10 % no tráfego. Instigado pelo resultado positivo houve expansão em 2012 da área de serviço do sistema de gerenciamento de congestionamentos, cobrindo mais de duzentos e setenta blocos quadrados e seu custo foi de US$ 2,9 milhões. *Midtown in Motion* esta sendo replicado em outras localidades em Nova York.

***Living Lots NYC*** projeto de iniciativa popular nesse *site* o mapa mostra terrenos baldios vagos em Nova York. Qualquer pessoa com *smartphone* tira uma foto do terreno baldio e envia para o administrador do *site* que procuram identificar o proprietário do terreno. O passo seguinte

---

[27] DOT- *Department of Transportation* (Departamento de transporte).
[28] TMC - *Traffic Management Center* (rede sem fio da cidade de Nova York).
[29] ATSC - *Advanced Solid State Traffic Controllers* (Controladores de tráfego de estado sólido avançados).
[30] NYCWiN - *New York City Wireless Network* (rede sem fio da cidade de Nova York).

é requerer dos setor público responsável a desapropriação do espaço urbano em questão e transformá-lo em espaços comunitários, por exemplo, horta comunitária, parque público (Living Lots NYC).

### 3.2.3 - Singapura (Ásia)

- **Mobilidade Urbana:**

O LINK TO LEADERS (2017) afirma que, a cidade de Singapura é pioneira, mundialmente, no uso de táxis inteligentes que funcionam sem condutor e se movimentam independentemente pela cidade. Os veículos foram criados pela *nuTonomy*, uma *start-up* que nasceu no Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), nos EUA. Atualmente, estes veículos percorrem cerca de seis quilômetros no distrito tecnológico da cidade.

- **Segurança**

O LINK TO LEADERS (2017) descreve que, há uma vigilância plena em Singapura. O governo criou uma malha de sensores e câmeras para monitorar a poluição e o trânsito, e alguns prédios contam com sensores em apartamentos de idosos e localizadores com um **"botão de pânico"**[31] incorporado, para que a família ou as autoridades possam ser acionadas em casos específicos. Os *drones* são uma das tecnologias mais utilizadas em termos de vigilância.

### 3.2.4 - Estônia

- **Serviços públicos**

O governo da Estônia unificou todos os serviços públicos numa única plataforma digital chamada *e-estonia.com* materializando a excelência nos serviços públicos.

Existem apenas três serviços presenciais: casamento, divórcio e compra de imóvel. Intitulada "**A sociedade digital mais avançada do mundo**" pela *Wired*, criativos são desbravadores, que construíram um ecossistema eficiente, seguro e transparente que economiza tempo e dinheiro. Cerca de 46,7% dos estonianos usam votação na Internet, 98% dos estonianos possuem cartão de identificação e 99% dos serviços estão *online*. (e-estonia, 2019)

[31] Exemplo de Inteligência pontal.

Pioneira da administração *online*, a República Báltica Estônia é o primeiro país a disponibilizar o *e-Residency*, um cartão de identificação digital emitido pelo governo, o que confere aos usuários acesso a inúmeros serviços públicos *online* a partir de um *laptop* ou *smartphone*. Na Figura 8 pode-se visualizar a tecnologia antiburocracia que transformou indivíduos de todas as nacionalidades em potenciais '**clientes**' dos serviços da Estônia.




**Figura 8** - kit e-Residency - Cartão de identificação digital, códigos PIN e um leitor de cartão. Disponível em: https://eresident.gov.ee/welcome/ Acesso em: 26 nov. 2019.

A Estônia ao disponibilizar universalmente serviços públicos *online* através da solicitação do *e-Residency* viabilizou empreendedores digitais a constituir e administrar uma empresa sediada na *UE* (União Europeia). Fazer essa concessão forneceu mais negócios, empregos e investimentos para empresas na Estônia. Até agora, mais de 62 mil pessoas de mais de 165 países se inscreveram para a residência eletrônica, estabelecendo mais de 10 mil empresas na Estônia. Vale salientar que o *e-Residency* não confere cidadania, residência fiscal, não permite viajar ou morar na Estônia ou na Europa - para isso, é necessário ainda seguir os requisitos de migração. (e-estonia)

Para tornar-se um cidadão digital estoniano se faz necessário preencher o formulário *online*, fazer uma breve descrição justificando seu interesse para aquisição do e-residência, e pagar uma taxa de 100 Euros. Em um mês aproximadamente, pode-se receber um *e-mail* declarando se a candidatura foi bem sucedida. Se for um sim, retira-se o *e-Residency kit* em uma das 38 embaixadas. (e-estonia)

### 3.3 – Análise dos estudos das cidades

As cidades inteligentes usam o conceito IoT para monitorar, entender, analisar, e os gestores apropriando-se dessas informações podem planejar e gerenciar as infraestruturas urbanas, agregando soluções inovadoras a fim de materializar a sustentabilidade e a eficiência. Como também o uso efetivo e generalizado de tecnologias digitais gera muita interatividade nos serviços urbanos, consequentemente aumenta a qualidade de vida do ser humano. E respondendo positivamente às questões iniciais é possível: Mostrar como IoT funciona, identificando sua arquitetura de funcionamento; bem como identificar tecnologias IoT que possam contribuir para a sustentabilidade de uma cidade, o que pode ser constatado no Quadro 1. De fato a Internet das Coisas contribui para a sustentabilidade das cidades inteligentes.

Quadro 1: Análises das soluções IoT que contribuem para que cidades sejam inteligentes e sustentáveis.

| Smart Cities | Tecnologia | Sustentabilidade | Arquitetura |
|---|---|---|---|
| **Londres** | Oyster Card | Acesso a todas as redes de transporte de Londres;<br>Reduzir custos, melhora a qualidade de vida e a acessibilidade das pessoas. | Figura 1 na camada denominada *Sensors Connectivity and Network* |
| | ○ Veículos do Google Street View;<br>○ Mochila;<br>○ Sensores afixados em postes e prédios | Monitora a qualidade do ar em tempo real;<br>Minimizar emissão de gases tóxicos;<br>Mitiga os problemas respiratórios, reduzindo os custos com a saúde publica. | Figura 1 na camada denominada *Gateway and Network* |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Mapa interativo *London Datastore* | Promove maior comodidade para os usuários, informando a qualidade do ar em cada localidade;<br>Compartilhamento de dados;<br>Facultando ao usuário projetar a melhor rota de deslocamento. | Figura 1 na camada denominada *Management service* |
| | *Cleaner Vehicle Checker* (CVC) | Aquisição de veículos com emissão (zero ou baixa) de gases tóxicos para melhorar a qualidade do ar dos londrinos como também zera os custos com multas. | Figura 1 na camada denominada *Management service* |
| **Nova *York*** | NYC *Mobile Apps*;<br>NYC 311. | Dar mais comodidade aos usuários que acessam serviços remotamente. | Figura 1 na camada denominada *Applications* |
| | *Smartphone*<br>Tablete *touch screen* | Facilitam a rotina das pessoas;<br>Comunicação entre os equipamentos e objetos;<br>Permitir que o usuário gerencie os ambientes digitais na palma da mão. | Figura 1 na camada denominada *Gateway and Network* |
| | *Wi-Fi* | Comunicação móvel permite uso de aplicativos;<br>Flexibilidade de tempo e espaço;<br>Proporciona autonomia e empoderamento ao usuário. | Figura 1 na camada denominada *Gateway and Network* |
| | Luzes LED *Street* | Mitigar a emissão de gases de efeito estufa e a demanda por energia reduzindo custos. | Figura 1 na camada denominada *Management Service* |
| | Câmera *Red Light* | Redução dos acidentes de trânsito; segurança dos transeuntes e outros condutores. | Figura 1 na camada denominada *Management Service* |
| | Sensores de tráfego, câmeras e leitores E-ZPass. | Monitora o fluxo de veículos, pedestres;<br>Potencializa o gerenciamento do tráfego. | Figura 1 na camada denominada *Management Service* |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | TMC, ATSC | Mitigar o fluxo de tráfego, sincronização do sinal de trânsito, desconectar gargalos de congestionamentos e diminuir as emissões de carbono, dentre outras. | Figura 1 na camada denominada *Management Service* |
| | NYCWiN *DataBridge*, Digital.NYC, | As informações atualizadas sobre o tráfego. | Figura 1 na camada denominada *Management Service* |
| **Singapura** | Drones | Monitoramento de estudos topográficos, segurança da cidades, e coleta de dados para o *Bigdata*. | Figura 1 na camada denominada *Gateway and Network* |
| | Táxis inteligentes | Mobilidade, segurança e conforto aos passageiros; podem se comunicar com o seu dispositivo móvel e trocar dados;<br>Também podem otimizar o trajeto em tempo real e promover uma direção mais segura e econômica. | Figura 1 na camada denominada *Gateway and Network* |
| **Estônia** | e-estonia.com | Serviço público digital que mitigou a burocracia na administração. | Figura 1 na camada denominada *Management Service* |
| | e-Residency | Acesso a inúmeros serviços públicos de alcance internacional. | Figura 1 na camada denominada *Management Service* |

Fonte: Elaborado pela autora.

# 4 Considerações finais

Com o aumento exponencial da população mundial segundo previsão da ONU (2019) e alta concentração de indivíduos em ambientes urbanos, isso requer planejar e gerir as demandas por serviços e recursos naturais de forma inteligente, sustentável e eficiente com uso das TICs. O presente trabalho partiu da hipótese de que o conceito Internet das Coisas contribui para a sustentabilidade das cidades inteligentes. Para a realização deste estudo foram realizadas pesquisas descritivas exploratórias e bibliográficas sistemáticas atualizadas, abrangendo os mais variados temas sobre o conceito Internet das Coisas na sustentabilidade das cidades inteligentes e para tal foram estudados casos de uso, as tecnologias IoT e funcionalidades que viabilizam a sustentabilidade das *Smart Cities*.

Foi possível mostrar os inúmeros elementos que constituem a Arquitetura de Funcionamento por trás da Internet das Coisas, a partir disso foram apresentadas a importância da sustentabilidade e sua correlação com IoT. Com base na metodologia de pesquisa usada, algumas cidades se destacaram em inúmeros indicadores que mostram a eficácia de IoT nos vários segmentos da sustentabilidade, quais sejam: meio ambiente, eficiência energética, tráfego e trânsito etc. Dessa foram é perceptível que os objetivos específicos foram contemplados com estes estudos.

Para alcançar o objetivo final do trabalho que era apresentar e analisar a influência de IoT na sustentabilidade das Cidades, foram analisadas 2 cidades (Londres e Nova York) a fundo e apresentados dados sobre Singapura e Estônia como exemplos de Estados que utilizam diversas estratégias de IoT para gerar sustentabilidade.

Ao final foi possível analisar e comparar a evolução das cidades com o uso de IoT e foi visto que as pessoas estão vivenciando a maior transformação da história da humanidade, o conceito Internet das Coisas, um conglomerado de tecnologias que viabilizam interações mais inteligentes e a interconexão com todos os objetos passíveis de possuir sensores e atuadores nas tecnologias já existentes e as que existirão no futuro compartilhando dados via Internet em tempo real. As infraestruturas digital e física contemporânea estão mais interligadas do que nunca  e não estiveram assim tão presentes e tão reais como agora. É um caminho sem volta.

A tecnologia de ponta como infraestrutura urbana organizada de forma distribuída e através da Internet (conecta tudo que existe) concatenando inúmeros ecossistemas inteligentes, hiperconectados gerando interatividade de tal forma a viabilizar inteligência cognitiva capaz de produzir conhecimento baseado em análise de dados. As cidades inteligentes sustentáveis incorporam inúmeras variáveis que compõem a vida urbana para criar uma plataforma tecnológica que oportuniza comunicação ubíqua entre os diversos atores.

A evolução integral dessa estratégia depende dessa interação contínua e da criação coletiva inteligente materializada na coautoria (focada nas habilidades individual do cidadão) em projetos para soluções urbanas inovadoras ambos envolvendo a sociedade civil, Universidades e parcerias com entidades público-privadas, num processo onde todos concorrem para sofisticar os serviços da cidade, enfrentar os desafios inerentes às mudanças demográficas, à rápida urbanização, dentre outros.

O conceito Internet das Coisas é relevante para gerar sustentabilidade podendo trazer benefícios para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental das cidades inteligentes, vale salientar que as tecnologias de ponta são apenas umas dentre vários recursos que convergem para sustentabilidade. Nesse contexto o planejamento e desenvolvimento urbano, as ações provenientes da gestão publica participativa estão embasadas na coleta e análise de dados em tempo real e não mais de forma intuitiva. Essa visão holística e atualizada da complexa problemática urbana é crucial para prover soluções com maior precisão de acertos gerando eficiência no gerenciamento da infraestrutura urbana focado em promover maior qualidade de vida ao ser humano.

Outro ponto muito importante é que não existe cidades perfeitas elas sempre estarão em construção até porque os eventos continuamente dispersos no tempo e no espaço do ambiente urbano são dinâmicos. A infraestrutura urbana baseada em análise de dados (IoT) é um paradigma flexível que pode ser replicado em outras cidades de acordo com as peculiaridades das mesmas e isso constitui um processo a longo prazo, os custos que envolvem estes empreendimentos são consideravelmente onerosos, mas com retornos de investimentos muito expressivos.

Recomendações para estudos futuros: uso do 5G, onde é possível ter outro nível de conectividade para Internet das Coisas; e uso de Inteligência Artificial que é um recurso

poderoso com potencial para melhorar e acelerar a eficiência convergindo para maior sustentabilidade nas cidades inteligentes.

# 5 Referências Bibliográficas

ANDERLE, D. Fernando. **Modelo de conhecimento para representação semântica de smart cities com foco nas pessoas**. p.63, **Tese (Doutorado) -** Programa de Pós Graduação em Engenharia e Gestão de Conhecimento. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina 2017. Disponível em: http://btd.egc.ufsc.br/wp-content/uploads/2017/09/Daniel-Fernando Anderle.pdf. Acesso: 17 jul. 2019.

ATZORI**,** L**.;** IERA**,** A**.;** MORABITO**,** G. **The Internet of Things: a survey. Comput**. Netw., New York, NY, USA, v.54, n.15, p.2787–2805, ’2010’.

Breathe London. Disponível em: https://www.breathelondon.org/about/. Acesso em: 19 jan. 2020.

BROOKLYN NAVY YARD. Disponível em: https://brooklynnavyyard.org/about/mission. Acesso em: 10 fev. 2020.

CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS. ONU, 2015**.** Disponível em: https://nacoesunidas.org/pos2015/ods11/. Acesso em: 24 out. 2019.

Cleaner Vehicle Checker (CVC). Disponível em: https://www.london.gov.uk/what-we-do/environment/pollution-and-air-quality/cleaning-londons-vehicles/cleaner-vehicle-checker. Acesso em: 01 jan. 2020.

DCAS - Department of Citywide Administrative Services. Disponível em:https://www1.nyc.gov/site/dcas/index.page. Acesso em 05 fev. 2020.

Digital.NYC. Disponível em: http://www.digital.nyc/about. Acesso em: 10 fev. 2020.

DoITT - Department of Information Technology and Telecommunications. Disponivel em: https://www1.nyc.gov/site/doitt/about/who-we-are.page. Acesso em: 05 fev. 2020.
DoITT - Department of Information Technology and Telecommunications.
Disponível em: https://www1.nyc.gov/site/doitt/index.page. Acesso em: 02 fev. 2020.

DUTTA, Soumitra. **The Global Innovation Index 2011 Accelerating Growth and Development**. Insead, 2011. ISBN: 978-2-9522210-1-6. Disponível em: https://www. globalinnovationindex.org/userfiles/file/GII-2011_Report.pdf**.** Acesso em: 05 ago. 2019**.**

EATON, Michelle; BERTONCIN, Camilla. of Data Analytics (ODA) in the UK, (p. 65, 2018). Disponível em: https://media.nesta.org.uk/documents/State_of_Offices_of_Data_Analytics _ODA_in_the_UK_WEB_v5.pdf. Acesso em: 01 jan. 2020.

E-ESCONIA. Disponível em: https://e-estonia.com/. Acesso em: 25 nov. 2019.

E-ESCONIA.Disponível em: https://learn.e-resident.gov.ee/hc/en-s/articles/360000711978 - What-is-e-Residency . Acesso em: 25 nov. 2019.

EVANS, Dave. **A Internet das Coisas Como a próxima evolução da Internet está mudando tudo**. 2011, p 07. CISCO. Disponível em: https://www.cisco.com/c/dam /global/pt_br/assets/executives/pdf/internet_of_things_iot_ibsg_011final.pdf. Acesso em: 05 jul. 2019.

Figura 1 -Relatório Anuial IDA (International Development Association)2008. Disponível em: http://lcv.fee.unicamp.br/images/BTSym-17/Papers/76926.pdf. Acesso em: 19 nov. 2019.

Giovannella, C. (2013). **“Territorial smartness” and emergent behaviors**. In Systems and Computer Science (ICSCS), 2013 2nd International Conference on (pp. 170-176). IEEE.

HABITATS DE INOVAÇÃO: CONCEITO E PRÁTICA / Ágatha Depiné; Clarissa Stefani Teixeira, organizadoras – São Paulo: Perse. 294p. v.1: il. 2018 1 e-book. ISBN 978-85-464-

0681-4. Disponível em: http://via.ufsc.br/wp-content/uploads/2018/05/HABITATS-DE-INOVACAO-conceito-e-pratica.pdf. Acesso em: 15 ago. 2019.

HALL, R. E. **The Vision of A Smart City.** Presented at the 2nd International Life Extension Technology Workshop Paris, France September 28, 2000.

HAMMERSLEY, Ben. **"Concerned about Brexit? Why not become an e-resident of Estonia".** WIRED, 2017. Disponível em: https://www.wired.co.uk/article/estonia-e-resident. Acesso em: 25 nov. 2019.

HANES, David. et al. IoT Fundamentals: Networking Technologies, Protocols, and Use Cases for the Internet of Things, CISCO PRESS, 2017.

HERDOIZA, Jacobo. **Quadros de planeamento urbano para cidades inclusivas e inovadoras**.2ª edição do Smart City Expo Curitiba, 2019. Disponível em: https://www.smartcityexpocuritiba.com/wp-content/uploads/2019/10/Report_SCECWB19_ Oficial_Final.pdf. Acesso em: 04 nov. 2019.

HONG, Sukjong. **O New Lab do Brooklyn cresce com um centro de tecnologia para empreendedores urbanos**. The Architect's Newspaper, 26 abril 2018. Disponível em: https://archpaper.com/2018/04/new-lab-goes-big-with-tech-hub-entrepreneurs/. Acesso em: 01 fev. 2020.

**IESE Cities in Motion Index**. Disponível em: https://media.iese.edu/research/pdfs/ST-0509-E.pdf. Acesso em: 18 jul. 2019.

IESE Cities in Motion Strategies é uma plataforma de pesquisa que foi lançada pelo Centro de Estratégia e Globalização da IESE Business School e pelo Departamento de Estratégia do IESE. Disponível em: https://blog.iese.edu/cities-challenges-and-management/2019/05/10/iese-cities-in-motion-index-2019/. Acesso em: 18 jul. 2019.

**INTERNET OF THINGS FOR ARCHITECTS**. Perry Lea, Pack Publishing, 2018

**LCCP- London Climate Change Partnership**. Disponível em: http://climatelondon.org/. Acesso em 19 jan. 2020.

**LEBZ- Low Emission Bus Zones**. Disponível em:https://tfl.gov.uk/info-for/media/press-releases/2019/april/mayor-and-tfl-launch-three-new-low-emission-bus-zones-to-tackle-london-s-toxic-air. Acesso em: 01 jan. 2020.

LEITE J.R, Emiliano; MARTINS, Paulo S.; URSINI ,Edson L. **A INTERNET das COISAS (IoT): Tecnologias e Aplicações**. School of Technology, University of Campinas (UNICAMP), ISSN 2447-8326. V.1. © 2017 BTSYM. Disponível em: http://lcv.fee.unicamp.br/images/BTSym-17/Papers/76926.pdf. Acesso em: 19 nov. 2019.

**LinkNYC.** Disponível em: https://www.link.nyc/faq.html#linknyc. Acesso em : 30 jan. 2020.

**Living Lots NYC**. Disponível em: https://livinglotsnyc.org/#11/40.7300/-73.9900. Acesso em**:** 30 jan. 2020.

**London Datastore**. Disponível em: https://data.london.gov.uk/. Acesso em: 01 jan. 2020.

LOUREIRO, Antonio A.F. et al. **REDES DE SENSORES SEM FIO**. Departamento de Ciência da Computação. Universidade Federal de Minas Gerais - Belo Horizonte, Minas Gerais. Disponível em: https://homepages.dcc.ufmg.br/~linnyer/minicursoSBRC2003.pdf. Acesso em: 19 nov. 2019.

MAGRANI**,** Eduardo. **A Internet das Coisas no Brasil: Estado da arte e reflexões críticas ao fenômeno** (p.2, 2018). INSTITUTO IGARAPÉ a think and do tank. Rio de Janeiro – RJ, Artigo Estratégico Nº 37, p. 1-25, novembro 2018. Disponível em: https://igarape.org.br/wpcontent/uploads/2018/11/A-Internet-das-Coisas-no-Brasil-Estado-da arte-e-reflexo%CC%83es-cri%CC%81ticas-ao-feno%CC%82meno-Eduardo Magrani.pdf. Acesso em: 28 out. 2019.

MAGRANI, Eduardo. **A internet das coisas**. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2018. 192 p. ISBN: 978-85-225-2005-3. Disponível em: https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream /handle/10438/23898/A%20internet%20das%20coisas.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 05 jul. 2019.

**Mapa interativo**. Disponível em: https://www.breathelondon.org/. Acesso em: 17 jan. 2020.

NASCIMENTO, Rodrigo. **O que, de fato, é internet das coisas e que revolução ela pode trazer?** Computerworld, 12 mar. 2015.

Nijkamp, P. ( et al., 2012). **An advanced triple-helix network model for smart cities performance.** Green and Ecological Technologies for Urban Planning: Creating Smart Cities. IGI Global, 59-73.

**NYC Mobile Apps**. Disponível em: https://www1.nyc.gov/connect/mobile-applications.page. Aceso em: 30 jan. 2020.

**NYC** The Official Guide. Disponível em: https://www.nycgo.com/. Acesso em : 30 jan. 2020.
**O QUE É INTERNET DAS COISAS (M2M**).( 2019). Disponível em: https://www.teleco.com.br/m2m.asp. Acesso em 19 nov. 2019.

PONCE DE LEON, André Carlos**. INTERDISCIPLINARIDADE DA CIÊNCIA DE DADOS.** Computação e Interdisciplinaridade Revista SBC. Porto Alegre- RS, nº 31, p.1-66,fev. 2016. Disponível em: https://www.sbc.org.br/images/flippingbook/computacaobrasil/ computa_31/Comp_Brasil_02_2016.pdf. Acesso em: 31 out. 2019.

POPULAÇÃO MUNDIAL DEVE CHEGAR A 9,7 BILHÕES DE PESSOAS EM 2050, DIZ RELATÓRIO DA ONU, 2019. Disponível em: https://nacoesunidas.org/populacao-mundial-deve-chegar-a-97-bilhoes-de-pessoas-em-2050-diz-relatorio-da-onu/. Acesso em: 24 out. 2019.

SANCHEZ, L. et al. **SmartSantander: the meeting point between future internet research**

**and experimentation and the smart cities**. In: FUTURE NETWORK & MOBILE SUMMIT (FUTURENETW). Anais. . . [S.l.: s.n.], 2011. p.1–8.

SANTOS, Bruno et **al. INTERNET DAS COISAS: DA TEORIA À PRÁTICA**.(p.17) Departamento de Ciência da Computação Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) Belo Horizonte, MG, Brasil Disponível em: https://homepages.dcc.ufmg.br /~mmvieira/cc/papers/internet-das-coisas.pdf. Aceso em: 26 out. 2019.

SEGURA, Claudir. **Internet das Coisas, Design Thinking e os paradigmas do consumo**. (p.23, 2015). **Tese** PUC-SP. Disponível em: https://tede2.pucsp.br/handle/handle/18197. Acesso em: 12 jul. 2019.

SETE CIDADES NO MUNDO QUE SÃO MODELOS DE MOBILIDADE URBANA. Disponível em: https://g1.globo.com/especial-publicitario/emmovimento/noticia/sete-cidades-no-mundo-que-sao-modelos-de-mobilidadeurbana.ghtml.Acesso em: 18 jul. 2019.

SINGAPURA: COMO A CIDADE MAIS CARA DO MUNDO SE ESTÁ A TORNAR NA MAIS TECNOLÓGICA**. Link to Leaders** (2017). Disponível em: https://linktoleaders.com/singapura-cidade-cara-do-mundo-esta-tornar-tambem-na tecnologica/.Acesso em:18 jul. 2019.

TANENBAUM, Andrew s.1944. **Redes de computadores**. Tradução Vandenberg D. de Souza Rio de Janeiro- Elsevier, 2003- 13ª reimpressão . ISBN 85-352-1185-3.

TELECO. **Guia de Conectividade de IoT: LPWA**, 2019. Disponível em: https://www.teleco.com.br/iotconect.asp. Acesso em: 13 ago. 2019**.**

TSCHIPTSCHIN, Myriam. **Reformulação das tecnologias a forma como as cidades funcionam**, 2018. Disponível em: https://www.smartcityexpocuritiba.com/wp-content/uploads/2019/10/Congress-Report-SCECWB18-min-1.pdf. Acesso em 04 nov. 2019.

**ULEZ – Ultra Low Emissions Zone**. Disponível em: https://tfl.gov.uk/modes/driving/check-your-vehicle-35896.Acesso em: 01 jan. 2020.