

**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE**  
**GUILHERME AFFONSO DA SILVA**

**CONCEITO, DESAFIOS E APLICAÇÕES DE INTERNET DAS COISAS**

**Niterói**  
**2021**

**GUILHERME AFFONSO DA SILVA**

**CONCEITO, DESAFIOS E APLICAÇÕES DE INTERNET DAS COISAS**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Curso de Tecnologia em Sistemas de Computação da Universidade Federal Fluminense como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Sistemas de Computação.

**Orientador:  
Evandro Macedo**

**NITERÓI  
2021**

Ficha catalográfica automática - SDC/BEE  
Gerada com informações fornecidas pelo autor

S586c Silva, Guilherme Affonso da  
CONCEITO, DESAFIOS E APLICAÇÕES DE INTERNET DAS COISAS /  
Guilherme Affonso da Silva ; Evandro Macedo, orientador.  
Niterói, 2021.  
43 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia  
de Sistemas de Computação)-Universidade Federal Fluminense,  
Instituto de Computação, Niterói, 2021.

1. Internet das Coisas. 2. Cidades Inteligentes. 3. E-waste.  
4. Produção intelectual. I. Macedo, Evandro, orientador. II.  
Universidade Federal Fluminense. Instituto de Computação.  
III. Título.

CDD -

Dedico este trabalho aos meus pais, meus irmãos, meu orientador e aos meus amigos.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientado Evandro Macedo, pelo profissionalismo e dedicação ao longo da execução deste trabalho.

Aos professores e tutores que tanto me ensinaram ao longo deste curso.

Aos meus colegas de curso pelo companheirismo durante toda essa caminhada.

Aos meus pais e irmão pelo apoio em buscar meu sonho.

Aos meus amigos por sempre me entender e apoiar durante esses anos.

“O único homem que está isento de erros é  
aquele que não arrisca acertar”.

Albert Einstein

## **RESUMO**

Internet das Coisas é um termo que vem sendo falado e estudado há algum tempo. Este paradigma de nome incomum é o caminho para alcançarmos grandes evoluções como, por exemplo, cidades inteligentes e melhoria de vida em várias áreas. Procurando entender o que falta para alcançar essas evoluções, foi percebido que existe uma série de desafios em aberto, como a segurança dos dados, a falta de padronização de tecnologias e o desafio de sustentabilidade ambiental. Este trabalho tem por objetivo entender e identificar como a Internet das Coisas interfere na nossa sociedade.

**Palavras-chaves: Internet das Coisas, Cidades Inteligentes.**

## **ABSTRACT**

Internet of Things is a term that has been spoken and studied for some time. This paradigm with an unusual name is the way achieve major evolutions, such as smart cities and improving life in several areas. Trying to understand what is needed to achieve these evolutions, it was noticed that there are a series of open challenges, such as data security, the lack of standardization of technologies and the challenge of environmental sustainability. This work aims to understand and identify how the Internet of Things interferes in our society.

**Key words: Internet of Things, Smart Cities.**



## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1: Internet das Coisas. Fonte:VINICIUS, 2018.....	19
Figura 2: ARPANET em dezembro de 1969. Fonte: LEE, 2014.....	21
Figura 3: Visões que formam a Internet das Coisas. Fonte: SENNAN, 2016.....	23
Figura 4: Algumas aplicações da Internet das Coisas. Fonte: ATZORI, 2010. ....	26
Figura 5: Uso dos assistentes virtuais. Fonte: BARRICELLI, 2019.....	29

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IoT – *Internet of Things* (Internet das Coisas)

RFID – *Radio Frequency Identification* (Identificação por rádio-frequência)

IPSO – *Internet Protocol for Smart Objects* (Protocolo de Internet para objetos inteligentes)

WSN – *Wireless Sensor Network* (Rede de sensores sem fio)

ARPA – *Advanced Research Projects Agency* (Agência de Projetos de Pesquisa Avançada)

SRI – *Stanford Research Institute* (Instituto de Pesquisa de Stanford)

IP – *Internet Protocol* (Protocolo de Internet)

TCP – *Transmission Control Protocol* (Protocolo de Controle de Transmissão)

HTML – *HyperText Markup Language* (Linguagem de Marcação de Hipertexto)

HTTP – *Hypertext Transfer Protocol* (Protocolo de Transferência de Hipertexto)

WWW – *World Wide Web*

NFC – *Near Field Communications* (Comunicação por Campo de Proximidade)

WSAN – *Wireless Sensor and Actuator Network* (Rede de atuadores e sensores sem fio)

SMA – Secretaria Municipal de Administração

SME – Secretaria Municipal de Educação

# SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT .....	8
LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....	9
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	10
1 INTRODUÇÃO .....	13
1.1 Motivação.....	13
1.2 Justificativa.....	14
1.3 Objetivo .....	14
1.4 Metodologia.....	14
1.5 Organização do Trabalho.....	15
2 TRABALHOS RELACIONADOS .....	16
3 INTERNET DAS COISAS .....	18
3.1 O que é internet? .....	19
3.2 Internet das Coisas como um paradigma.....	22
3.3 A visão orientada para a internet .....	23
3.4 A visão Orientada para as Coisas.....	24
3.5 A visão Orientada para a Semântica.....	25
4 APLICAÇÕES .....	26
4.1 Cidades Inteligentes.....	26
4.2 Automação Residencial.....	27
4.3 Saúde Inteligente .....	29
4.4 Transporte Inteligente .....	30
5 DESAFIOS .....	31
5.1 Limitação da Tecnologia .....	31
5.2 Padronização .....	32
5.3 Segurança e Privacidade .....	33
5.4 E-waste e o problema ambiental.....	34

6	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS.....	36
6.1	Trabalhos Futuros .....	36
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	38

# 1 INTRODUÇÃO

Desde o surgimento da Internet o ser humano passa a se conectar cada vez mais ao ambiente virtual. No mundo de hoje é comum estarmos conectados por bastante tempo, seja trabalhando, estudando ou até nos divertindo. Com um dispositivo pequeno como um smartphone, temos acesso à infinidade de informações que a Internet proporciona. A partir daí, é possível imaginar um mundo onde não apenas nossos computadores e smartphones têm a capacidade de conectar-se à Internet, mas também outros objetos, como lâmpadas, lixeiras e até torradeiras.

Com tantos objetos conectados na rede compartilhando e processando dados, é possível alcançarmos um futuro onde estaremos cercados por redes inteligentes, seja na área da saúde, transportes ou social, possibilitando uma vida melhor. Essa é a proposta por trás do tema Internet das Coisas.

## 1.1 MOTIVAÇÃO

O termo Internet das Coisas gera estranheza por sua semântica incomum e muitas vezes referenciado como IoT, uma sigla do inglês *Internet of Things*. Além de todos os novos dispositivos inteligentes (como os já famosos *smartwatches*), e a curiosidade do autor sobre um assunto que aparece sempre em seu cotidiano, esta pesquisa se mostra importante ao condensar referências acerca do tema, compactando o conhecimento de forma que seja possível evoluir para outros trabalhos a partir deste.

## **1.2 JUSTIFICATIVA**

Internet das Coisas apresenta grandes possibilidades dentro da nossa sociedade. Ao atingir seu potencial, será possível dar mais um grande passo tecnológico evolutivo, tal qual o proporcionado pela Internet. O trabalho explica o conceito sem entrar em detalhes técnicos, para que o leitor consiga entender de forma geral o tema. Dissertar sobre este tema dissemina a importância de compreendermos nosso futuro e auxilia na busca por novas tecnologias dentro da área.

## **1.3 OBJETIVO**

O objetivo deste trabalho é entender o que é o fenômeno Internet das Coisas e como ele vai alterar o nosso mundo. Para isso foi necessário:

- Verificar de onde surgiu o termo;
- Compreender porque foi nomeado desta forma;
- Quais são suas aplicações;
- Quais são os desafios e problemas de implantação da tecnologia.

## **1.4 METODOLOGIA**

O trabalho é uma pesquisa qualitativa de cunho bibliográfico com base em artigos científicos, livros e sites relacionados ao tema. O início da pesquisa foi a busca por artigos que comentam o tema de forma mais geral, para que assim fosse possível a coleta de informações e a divulgação. Ao entender como a Internet das Coisas era definida entre os diversos autores foi necessária uma busca mais profunda sobre como o termo surgiu.

Ao obter conhecimento suficiente sobre o conceito, a pesquisa caminhou para a descoberta da aplicação, de forma a entender como é colocada em prática, o que os autores pensam sobre ela e quais são suas principais possibilidades.

## **1.5 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO**

Este trabalho foi dividido em seis capítulos, sendo o primeiro uma introdução ao tema junto a sua motivação, justificativa, objetivo e metodologia.

No Capítulo 2, o tema é contextualizado a traçar um panorama sobre Internet das Coisas ao longo do tempo.

No Capítulo 3 o trabalho descreve o surgimento da Internet e de onde surgiu o termo que dá nome ao tema, assim como sua definição.

O Capítulo 4 descreve quatro possíveis aplicações da Internet das Coisas e suas consequências em nosso cotidiano.

No Capítulo 5 são descritos quatro desafios para que a Internet das Coisas consiga alcançar seu potencial.

Por fim, o Capítulo 6 apresenta as conclusões e aponta possíveis trabalhos futuros.

## 2 TRABALHOS RELACIONADOS

O termo Internet das Coisas começou a se popularizar em meados da década de 2000, e a partir de então várias pesquisas foram realizadas sobre o tema, principalmente no que tange às dificuldades de implementá-la.

No trabalho relacionado de (ATZORI, 2010), os autores descrevem a Internet das Coisas através de três visões. A primeira visão deriva de uma perspectiva “orientada para as coisas” que começou a ser pensada apenas com elementos RFID (*Radio Frequency Identification* ou numa tradução, Identificação por rádio-frequência), mas com novas pesquisas foi proposto que esta visão busque objetos que possam se comunicar e agir de forma mais autônoma, e assim possa ir mais além do que objetos centralizados em RFID.

A segunda visão é a “orientada para a Internet”. Nela, deve-se incorporar os objetos de forma que consigam se comunicar através de um protocolo de Internet para objetos inteligentes (IPSO) (ATZORI, 2010). A terceira visão é a “orientada para a semântica” onde uma tecnologia da área semântica deve ser desenvolvida para abranger uma quantidade de objetos extremamente alta, prevendo problemas como representar, armazenar, interconectar, pesquisar e organizar informações geradas pela IoT (ATZORI, 2010).

Os autores discorrem sobre o uso do RFID através de uma rede de sensores e o *software middleware* (ATZORI, 2010). Ainda comentam os principais problemas de implementação desse paradigma, como a falta de padronização e a necessidade de segurança (ATZORI, 2010). A IoT terá um impacto tão grande quanto a Internet teve na nossa sociedade e, apesar das tecnologias atuais tornarem possível sua viabilidade, ainda não se encaixam perfeitamente em tudo que este paradigma precisa, ainda é necessário avançar para alcançar o potencial desta área.

Em (BLOMQUIST, 2017) apresenta-se os benefícios da Internet das Coisas de forma comercial e como uma empresa pode começar a investir na área. O



trabalho revisita a complexidade da Internet das Coisas e de um ambiente mais interligado e, em seguida, descreve a criação de um produto conectado e qual o seu valor. Ilustram também o caso de 3 empresas que se reuniram para criar um produto conectado e que, ao alcançar as considerações finais, questionam pontos que acreditam serem importantes antes que uma empresa realmente comece a investir em IoT.

IoT não é um paradigma homogêneo e pode oferecer diversas oportunidades para os negócios de uma empresa. Também apontam que empreendimentos cooperativos podem desenvolver soluções na área de IoT que sejam sustentáveis, mas precisam de habilidades únicas e, além de tudo, total sintonia de todos os participantes (BLOMQUIST, 2017).

Uma visão abrangente da IoT, seus problemas e seus desafios para o futuro, de forma que todo seu potencial seja aproveitado é apresentado por COLAKOVIC (COLAKOVIC, 2018). O conceito de IoT é explicado através de visões parecidas com o trabalho de ATZORI (ATZORI, 2010). Tais visões facilitam o entendimento dos recursos que este paradigma traz, explicam de forma mais detalhada algumas das tecnologias viabilizadoras e pontua vários desafios e problemas de implementação da IoT.

A IoT possibilitou o desenvolvimento de novos produtos e tecnologias que, com a falta de coordenação de padrões e tecnologias, também trouxe vários problemas, como a falta de padronização e de armazenamento. Com este trabalho foi possível identificar alguns desses problemas, o que pode ser usado como ponto de partida para pesquisar possíveis soluções (COLAKOVIC, 2018).

No trabalho do AMINE são explicadas algumas tecnologias relacionadas à IoT, como o RFID, além de redes de sensores sem fio (*Wireless Sensor Networks – WSN*), *middlewares* e computação em nuvem (AMINE, 2017).

O trabalho de AMINE contempla dois desafios comuns da IoT, o desafio da segurança e da tecnologia, e explica resumidamente muitas das diversas aplicações conhecidas sobre o paradigma.

### 3 INTERNET DAS COISAS

O ser humano vem desenvolvendo tecnologias que mudaram nosso mundo nos últimos 50 anos, e ainda mudará de tantas formas que ainda não sabemos as consequências para nosso estilo de vida atual. A tecnologia avançou nas últimas décadas de tal maneira que, com apenas um aparelho pequeno como um *smartphone* e acesso a rede de computadores é possível trabalhar ou estudar de qualquer lugar.

O engenheiro e inventor Nikola Tesla, por exemplo, já imaginava um mundo conectado e em uma entrevista em janeiro de 1926 disse, em uma tradução livre: “Quando (sistemas) sem fio forem perfeitamente aplicados, toda a Terra será convertida em um grande cérebro, o que de fato é, todas as coisas sendo partículas de um todo real e rítmico. Seremos capazes de nos comunicar uns com os outros instantaneamente, independentemente da distância. Não apenas isso, mas através da televisão e da telefonia veremos e ouviremos uns aos outros tão perfeitamente como se estivéssemos frente a frente, apesar das distâncias intermediárias de milhares de milhas, e os instrumentos através dos quais seremos capazes de fazer isso serão surpreendentemente simples em comparação com nosso telefone atual. Um homem poderá carregar um no bolso do colete” (KENNEDY, 1926).

Tesla estava certo mesmo estando numa realidade tão distante da nossa. Embora já estejamos vivendo essa revolução, ainda imaginamos o que virá, e isso nos ajuda na busca por novas tecnologias. A partir deste mundo conectado começamos a imaginar como seria se não apenas computadores, mas também nossos objetos, estivessem interligados com esta rede mundial. A partir dessa ideia surge o conceito de Internet das Coisas.

A Figura 1 ilustra o ecossistema de Internet das Coisas, podendo identificar alguns dispositivos que conseguem se conectar à Internet, tais como lâmpadas, televisores, geladeiras, sistemas de som, entre outros.



tre computadores, bem como o "software" e os dados contidos nestes computadores" (Portaria MCT nº 148, 1995).

A Internet é o maior sistema de engenharia já criado pela humanidade (KUROSE, 2010). Ela pode ser descrita de duas formas, em termos de softwares (como os protocolos de comunicação) e de hardwares (como por exemplo os servidores e computadores). A segunda forma de descrever a Internet seria como uma infraestrutura de redes que fornece serviços, ou seja, uma grande rede de redes com serviços como correio eletrônico, redes sociais, voz sobre IP (VoIP), compartilhamento de arquivos e outros recursos.

Em pesquisa feita pelo Comitê Gestor da Internet do Brasil (LEON, 2021), verificou-se que em 2020 o Brasil chegou a 152 milhões de usuários conectados. Na mesma pesquisa foi apurado que 90% das casas das classes D e E utilizam apenas o *smartphone* para conectar-se. Hoje muitos usam celulares para se conectar à Internet, em contrapartida à quando foi criada a norma de 1995, onde a maioria utilizava computadores. Entretanto, a definição da Anatel é bem aceita e hoje não conecta apenas computadores, mas muitos dispositivos eletrônicos.

A Internet teve seu começo durante Guerra Fria, segundo BRUNO (BRUNO, 2006) o Departamento de Defesa dos Estados Unidos criou a *Advanced Research Projects Agency* (ARPA) em 1958 com o objetivo de ser superior tecnologicamente em relação a União Soviética. A ARPA unia universidades, indústrias e parcerias governamentais (Eisenhower Memorial, 2010). Como essas parcerias tinham a necessidade de troca de informações constantemente, era necessário um meio de comunicação que não perdesse dados e informações em casos de bombardeio. Assim, em 1969, foi criada a Arpanet.

Com o passar dos anos, mais pontos de conexão foram adicionados a esta rede. A Figura 2 mostra os primeiros pontos que ficavam no SRI (*Stanford Research Institute*), na Universidade da Califórnia de Los Angeles, na Universidade da Califórnia de Santa Bárbara e na Universidade de UTAH (BRUNO, 2006) .

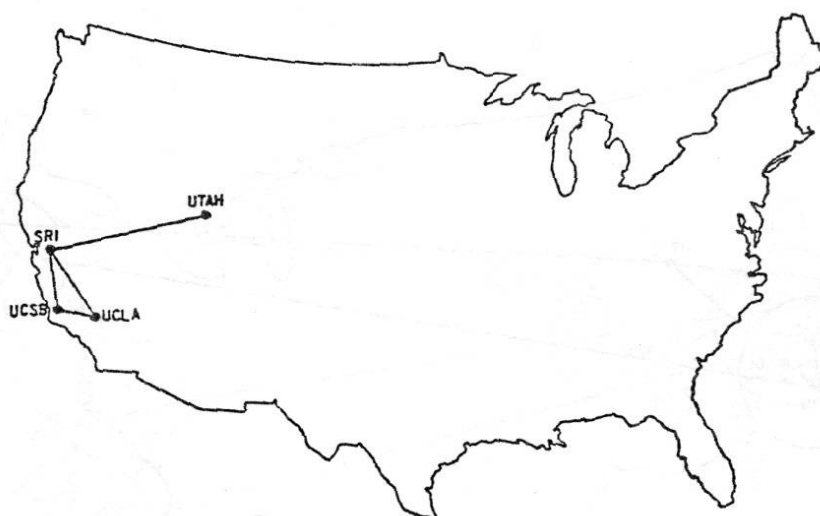


Figura 2: ARPANET em dezembro de 1969. Fonte: LEE, 2014.

Robert Kahn, um cientista da ARPA, percebeu mais tarde um futuro problema de comunicação entre as redes, e para resolver esse problema era necessário criar um protocolo de comunicação entre elas. Em 1973, num seminário em Stanford, foi proposto o protocolo de controle de transmissão (*Transmission Control Protocol* - TCP). Em 1978 cientistas da Universidade da Califórnia do Sul acrescentaram ao TCP um protocolo intra-rede chamado *Internet Protocol* (IP) (BRUNO, 2006). Assim foi criado o TCP/IP, que continua sendo usado até hoje.

Apesar disso tudo, foi com a *World Wide Web* que a Internet começou a se tornar popular. Por volta da década de 1990 no CERN, uma organização de pesquisa localizada na Suíça (onde atualmente está o maior acelerador de partículas do mundo), o cientista Tim Berners-Lee desenvolveu a *World Wide Web*, um sistema onde era possível apresentar informações mais facilmente através de hipertextos. Tim também desenvolveu a linguagem de programação HTML, o protocolo HTTP e o primeiro navegador chamado *WorldWideWeb* (LONGEN, 2019).

A partir de então, a Internet começou a se tornar popular com o uso de sites, e as pessoas começaram a mudar a forma de consumir informação, cultura e entretenimento. Com a chegada das redes sociais, como o LinkedIn em 2003, o YouTube em 2005 e o Twitter em 2006, a Internet começou a chamar a atenção de mais pessoas em busca de socialização.

### 3.2 INTERNET DAS COISAS COMO UM PARADIGMA

Uma década após ter proposto o termo IoT pela primeira vez, Ashton escreveu um artigo para o RFID Journal sobre este mesmo assunto (ASHTON, 2010). O RFID Journal é uma companhia de mídia voltada para tecnologias focadas e relacionadas em rádio frequência. Ashton diz em seu artigo que não pode mandar em como utilizam o termo IoT, mas o que ele idealizou inicialmente era que os humanos são a principal fonte de dados, e mesmo assim são limitados e não são tão bons em capturar todos os dados possíveis (ASHTON, 2010).

De acordo com Ashton, com “coisas” capturando todo tipo de dado possível sobre as próprias coisas, poderíamos ter computadores que saberiam tudo o que deveriam saber sobre nosso mundo, e assim seríamos capazes de rastrear e contar, além de reduzir o desperdício, prejuízo e custos como o de produção e transporte. Tecnologias como o RFID e os diversos sensores permitem aos computadores observarem, identificarem e entenderem o mundo da maneira deles. Este tipo de tecnologia tem capacidade de mudar o mundo assim como a Internet, ou talvez até mais (ASHTON, 2010).

Ao conectar tantos dispositivos à Internet, a possibilidade de novas tecnologias e serviços surgirem é crescente, mas começam a aparecer questões tais como o endereçamento de cada um dos dispositivos, a utilização de recursos de maneira eficiente, entre outras. Assim, é necessária a criação de novos protocolos ou a adaptação dos já existentes (SANTOS, 2016).

A ideia por trás do termo Internet das Coisas é simples: conectar o máximo de objetos possíveis na Internet de modo que tenha uma troca de informações entre eles. Os objetos conectados na Internet se reconhecem e trocam informações entre si, além disso se comportam de forma inteligente, podendo tomar ou tornar decisões possíveis. Essa é a principal vantagem da IoT, a produção de dados tidos como inúteis através dessa rede de dispositivos sem fio que se comunicam conosco e entre si criam uma habilidade única de perceber o mundo (SAYED, 2017).

O paradigma pode ser separado em três visões menores, conforme a figura 3. A primeira visão é a orientada para a Internet, a segunda a orientada para as coisas e a terceira é a orientada para a semântica (ATZORI, 2010).

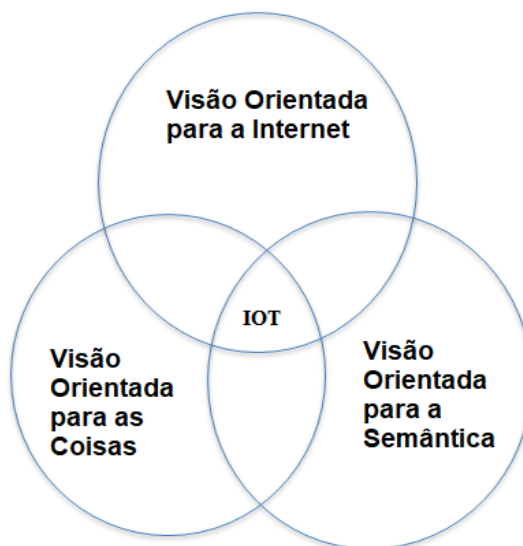


Figura 3: Visões que formam a Internet das Coisas. Fonte: SENNAN, 2016.

### 3.3 A VISÃO ORIENTADA PARA A INTERNET

A visão orientada para a Internet foca na parte de comunicação da IoT. Os variados dispositivos de variados fabricantes vão se comunicar de variadas maneiras. O principal objetivo dessa visão é que seja possível haver a interoperabilidade dos dispositivos e sua comunicação direta com a Internet, e para isso foi necessário criar um protocolo em comum para esses dispositivos. O primeiro consenso aconteceu em um fórum formado em 2008 (ATZORI, 2010), quando foi escolhido o protocolo de Internet (*Internet Protocol* – IP) como a tecnologia para se conectar objetos inteligentes. O IP foi escolhido por ser um protocolo leve que consegue conectar uma grande quantidade de dispositivos e funciona em pequenos dispositivos embarcados que atuam a base de bateria (ATZORI, 2010),

### 3.4 A VISÃO ORIENTADA PARA AS COISAS

A visão orientada para as coisas sofreu algumas mudanças ao longo do tempo. Quando o tema surgiu essa visão dizia que os objetos são únicos e identificáveis, e que conseguem ser identificados através de etiquetas RFID (ATZORI, 2010). A visão centralizada no uso de RFID foge um pouco da proposta de conectar todas as coisas e permitir que elas se comuniquem entre si. Com apenas o RFID a Internet das Coisas ficaria limitada apenas ao monitoramento e manutenção de processos (ANAND, 2013).

RFID é uma sigla do inglês Radio Frequency Identification, ou numa tradução livre, identificação por rádio frequência. Desde a década de 40 esta tecnologia está entre nós e surgiu como um sucessor do código de barras, apesar de que hoje as possibilidades de utilização são maiores que isso. O princípio de funcionamento do RFID é bastante simples, quando um sinal é enviado para uma etiqueta RFID, esta ou reflete o sinal de forma passiva ou transmite um sinal próprio de forma ativa.

Fica fácil entender o problema de centralizar a visão orientada das coisas apenas nessa tecnologia, mas isso não significa que ela será deixada de lado. Suas principais características (a rastreabilidade e o endereçamento de itens) devem ser englobadas pela IoT. A partir de então a visão orientada para as coisas evolui não só para apenas o uso do RFID, mas o uso de outros tipos de sensores sem fio e tecnologias, como o NFC (*Near Field Communications*) e o WSN (*Actuator Networks*) (ATZORI, 2010) Atualmente o que se espera dos objetos é um comportamento inteligente, onde não só consigam obter informação, mas também tomar decisões (SAYED, 2017).



### 3.5 A VISÃO ORIENTADA PARA A SEMÂNTICA

Quando pensamos em separar o termo Internet das Coisas em visões, é muito fácil enxergar a visão orientada para a Internet e a visão orientada para as coisas. A terceira visão, orientada para a semântica, é mais complicada de se ver, mas muito simples de entender. Antes de entender a visão por si só, é necessário pensar no problema que existiria com apenas as duas visões apresentadas anteriormente.

Em um mundo com bilhões de dispositivos conectados na Internet produzindo dados a cada segundo teremos problemas sobre como armazenar, organizar, entender e retratar essa quantidade de dados (ATZORI, 2010). A visão orientada para semântica atua nessa condição. Tecnologias voltadas para essa visão trarão diversas soluções para a vasta quantidade de informação gerada (BARNAGHI, 2012).

A necessidade de garantir que os dados vindos de diversas fontes não chegarão de formas inacessíveis e incompreensíveis faz com que a visão orientada a semântica seja adicionada à Internet das Coisas. Esses dados podem chegar a nós ou até em outros dispositivos de forma mais organizada e compreensível (BARNAGHI, 2012).

Apesar da semântica ajudar a entender o significado por trás dos dados e permitir a descrição de diferentes atributos das fontes e redes que geram os dados, desenvolver uma tecnologia dessas não é algo fácil porque os ambientes do mundo real mudam a todo instante (BARNAGHI, 2012).

Podemos então descrever a visão orientada a semântica como a visão usada tanto pela visão orientada para a Internet como pela visão orientada para as coisas, de forma que todo o processo produza informações úteis para o todo.

## 4 APLICAÇÕES

Algumas das incontáveis aplicações da IoT são exibidas na Figura 4. Vamos falar um pouco mais sobre as aplicações na área de Cidades Inteligentes, na Automação Residencial, na área da Saúde e no ramo do Transporte.

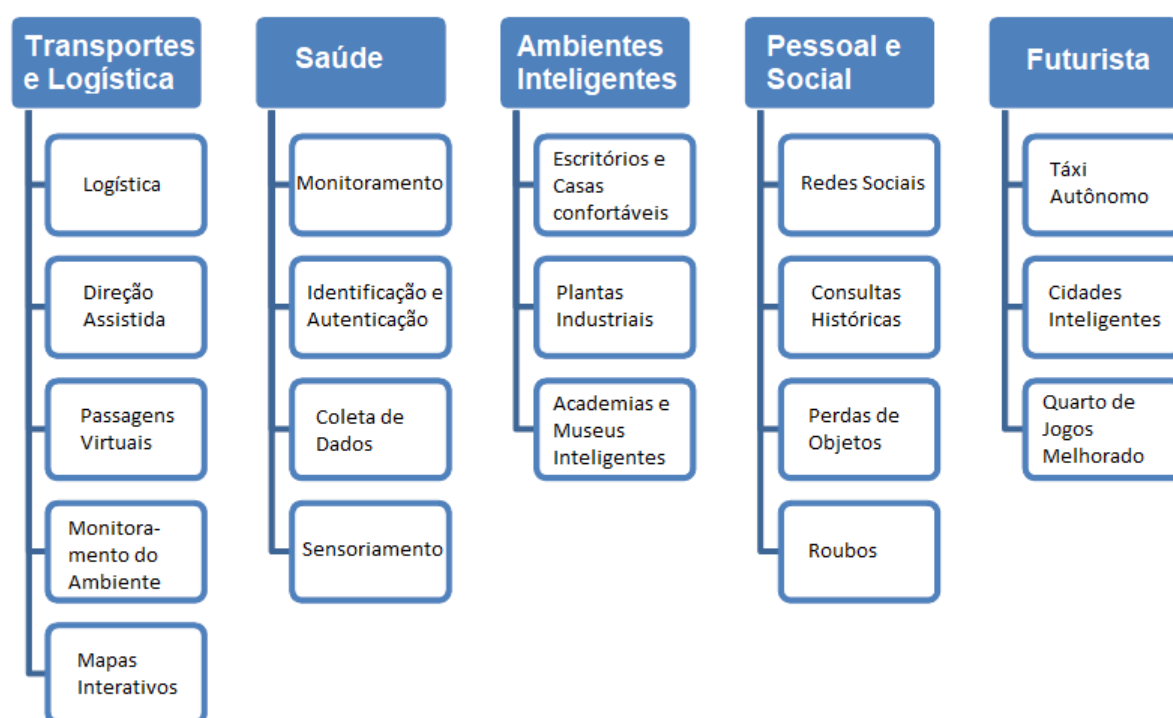


Figura 4: Algumas aplicações da Internet das Coisas. Fonte: ATZORI, 2010.

### 4.1 CIDADES INTELIGENTES

O uso da IoT nas cidades é um dos mais amplos. Cidades são aglomerados de pessoas vivendo suas vidas das mais variadas formas, e necessitam de ser-

viços para tal. Mas não é só IoT que transforma uma cidade em inteligente. Cidade Inteligente de acordo com Bruno e Wander (PINTO, s.d.) significa principalmente uma cidade eficiente com base na gestão inteligente, utilizando Tecnologias da Informação e necessitando a participação do cidadão com uma comunicação integrada.

Um dos principais fatores que afetam a vida das pessoas nas cidades é a energia elétrica, porque nos proporciona conforto e segurança. Um dos papéis da IoT nas cidades inteligentes é o de monitoramento do consumo da cidade, e a partir disso permitir um consumo mais eficiente. Também seria usado um sistema de iluminação mais inteligente, que consumiria menos energia (MANCINI, 2018).

Em outras áreas como na coleta de lixo, a IoT tornaria possível detectar resíduos em lixeiras e planejar o caminho que as equipes de recolhimento farão. Já em áreas como o transporte dentro de cidades, os semáforos e placas poderão enviar informações para os motoristas a respeito de tráfego e informações como lugares turísticos.

Na área da segurança o monitoramento da cidade não seria apenas por câmeras, mas também por todos os dispositivos conectados. Poderiam ter sistemas para gerenciamento de controle de incêndio e para anúncios públicos (MANCINI, 2018). Crimes seriam mais fáceis de serem resolvidos pela quantidade de informação a disposição.

Uma cidade inteligente conseguiria monitorar a qualidade do ar e tomar as medidas mais rapidamente caso tenha algum problema. Na parte de construções o monitoramento de vibrações e condições dos prédios e pontes tornariam mais eficazes a manutenção.

## **4.2 AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL**

O uso de IoT na automação residencial é o mais concreto da atualidade e seu uso ocorre para conseguir principalmente conforto. A quantidade de produtos

eletrônicos que estão sendo produzidos voltados para esta área só cresce e eles são feitos de forma a estarem conectados a uma rede e estão sempre gerando dados.

As aplicações são diversas, vão desde as medições de consumo de energia, formas de economizar energia, controle centralizado de equipamentos residenciais e segurança residencial (MANCINI, 2018), até a parte de segurança residencial com controles de acesso, câmeras e alarmes.

Um grande avanço que vem ocorrendo são os chamados assistentes virtuais inteligentes. Esses softwares são produzidos em conjunto com Inteligência Artificial e conseguem se comunicar com os dispositivos chamados inteligentes. Os usuários, através de voz ou texto, conseguem dar comandos para esses assistentes e eles desempenham as funções solicitadas (CONVEXNET, 2017).

Os principais assistentes virtuais do mercado hoje são a Alexa (Amazon), Siri (Apple) e Google Assistant (Google). Esses assistentes são uma ótima forma do usuário final conseguir desenvolver aplicações voltadas para a IoT. Como mostrado na figura abaixo, o usuário é colocado num nível onde ele só interage com o assistente virtual sem precisar saber como os dados estão sendo processados, e o assistente se encarrega de interagir com os dados e outras interações dentro desse sistema (BARRICELLI, 2019).



maneira o médico pode realizar a detecção precoce de alguma doença e tratar o mais rápido possível. O uso pode ser estendido para idosos que precisam de auxílio e monitoramento médico (MANCINI, 2018).

O uso também pode ocorrer em hospitais, um completo monitoramento de pacientes em tempo real com máquinas tomando decisões enquanto o profissional médico não chega pode ser a diferença entre a vida e a morte de alguém.

#### **4.4 TRANSPORTE INTELIGENTE**

O conceito de transporte inteligente está muito ligado ao de cidade inteligente. Em conjunto com semáforos, ruas e placas, os veículos conseguiriam tomar decisões por conta própria e avisar sobre acidentes com antecedência, receber notificações sobre as condições do trânsito e indicar o melhor caminho (MANCINI, 2018), isso tudo sem precisar de um aplicativo próprio como o Waze é utilizado atualmente. Além disso, informações como vagas disponíveis estariam a disposição para os motoristas.

Outro fator importante que vem tomando forma são os veículos autônomos, atualmente praticamente toda informação que o veículo usa para guiar vem de sensores no próprio veículo. Com uma rede de sensores sem fio distribuída nas cidades e até em dispositivos dos pedestres, estes tipos de veículos que dirigem sem precisar de um ser humano se tornariam muito mais comuns e até mais seguros.

Uma inteligente aplicação nos transportes seria a implantação de uma rede de sensores nos próprios veículos e através dela teriam informações sobre o veículo, se é necessária alguma manutenção ou se a sua documentação está completa. Essas informações também passariam para as autoridades de forma a facilitar a fiscalização.

## 5 DESAFIOS

Já vimos que o termo IoT vem sendo discutido a alguns anos, qual o seu significado e, além disso, falamos de algumas de suas aplicações. Contudo, ainda existem muitos desafios para se chegar ao potencial completo desta visão. A medida que este paradigma vai se tornando realidade, novos contratempos vão aparecendo e precisam ser vencidos.

Sistemas IoT tendem a ser complexos pela quantidade de dispositivos e informação fluindo e a execução dos pontos deste paradigma nos obriga à análise do sistema de formação e implantação no que corresponde às necessidades. Precisamos entender o que ainda precisa ser feito e o que acontece ao desenvolver sistemas IoT, como os impactos que pode trazer.

### 5.1 LIMITAÇÃO DA TECNOLOGIA

Há alguns anos, conectar bilhões de dispositivos na Internet era um problema devido a quantidade limitada de endereços no protocolo IPv4, atualmente com o uso do IPv6 este problema foi resolvido. Ao passar dos anos novas tecnologias vão sendo desenvolvidas e permitindo o surgimento de novas aplicações. O caso do IPv6 é um entre vários.

Ao conectar bilhões de dispositivos na Internet, teremos que ter largura de banda o suficiente para conseguir atender a esses dispositivos e a nós mesmos. E esses dados que fluirão através dessa banda deverão ser gerenciados por alguém e armazenados em algum lugar. O armazenamento e o gerenciamento da informação gerada pela malha de dispositivos IoT são dois problemas que atualmente não incomodam, mas no futuro poderão.

## 5.2 PADRONIZAÇÃO

Cada vez mais dispositivos e objetos de diversas fontes diferentes vão sendo colocados no contexto da IoT e com isso surge um problema que ainda precisa ser resolvido, a falta de padronização entre os dispositivos e sua comunicação. Garantir que um ou mais dispositivos de uma empresa se comunique com dispositivos de outra empresa é fundamental para a ideia central da IoT acontecer. Ao se diferenciarem em tamanho, materiais e marca, a padronização da comunicação deve ocorrer para a visão orientada para Internet conseguir desempenhar seu papel.

A principal condição para a IoT funcionar é a interoperabilidade, ou seja, a capacidade de comunicação entre sistemas (COLAKOVIC, 2018). Essa falta de padrão é um ponto de discussão a alguns anos e normalmente sem um consenso, com exceção da adesão de usar o protocolo IP para o endereçamento (MENEZES, 2017).

Existem uma variedade grande de protocolos, muitos voltados apenas para a IoT, o trabalho de MENEZES (MENEZES, 2017) propõe, por exemplo, a adesão ao protocolo AllJoyn com ressalvas de que ainda precisa continuar os estudos com relações a outros protocolos como o Advanced Message Queuing Protocol (AMQP) e o eXtensible Messaging and Presence Protocol (XMPP). Esta falta de padronização também nos leva a outro problema, a falta de segurança.

Hoje, muitas empresas tem lançado suas próprias famílias de dispositivos IoT, cada uma com suas próprias peculiaridades como protocolos e tecnologias próprias. A adoção de tecnologias desalinhadas acaba afetando negativamente o que a Internet das Coisas se propõe que é a interconexão entre os dispositivos. Pensando mais a longo prazo, é necessário o estímulo por parte das grandes corporações de uma padronização das tecnologias para que assim possamos chegar no patamar pensado para a Internet das Coisas.



### 5.3 SEGURANÇA E PRIVACIDADE

Apesar de todos os pontos positivos da IoT, um dos maiores desafios que essa tecnologia impõe é a necessidade de segurança e de privacidade dos dados gerados. Como já vivemos num mundo onde a conectividade entre dispositivos começa a se tornar realidade e praticamente todos os passos que damos estão sendo monitorados, também já começam a aparecer casos em que a linha tênue entre benefício e malefício de uma nova tecnologia se rompe.

A assistente virtual Alexa, da gigante Amazon, já apareceu em portais de notícia ao gravar conversas íntimas e enviar para uma pessoa aleatória de sua lista de contatos (WOLFSON, 2018). Outros exemplos também são discutidos como o caso de marca-passos serem possíveis alvos de invasores que podem alterar o modo como o aparelho opera e assim colocar em risco a vida do usuário (RAPAPORT, 2018). Outro caso ocorreu em 2016 quando invasores conseguiram derrubar sites invadindo os servidores através de câmeras de segurança conectadas na rede (COBB, 2016).

Falhas como as descritas acima geram desconfiança sobre como a conectividade da IoT vai afetar nossa segurança e nossa privacidade e são talvez o principal desafio de se expandir o número de dispositivos desse estilo. As empresas precisam deixar de forma mais clara sobre como utiliza e compartilha os dados coletados.

Com a ampliação do número de dispositivos e com cada dispositivo podendo se comunicar por conta própria sem um protocolo único de comunicação, é preciso estabelecer um limite do quanto nossas informações serão compartilhadas.

## 5.4 E-WASTE E O PROBLEMA AMBIENTAL

Um dos grandes problemas já previstos é a quantidade de lixo produzida vinda dos despojos eletrônicos. Como a tecnologia avança de maneira rápida, dispositivos se tornam obsoletos rapidamente e, apesar de Kevin Ashton ter mencionado em seu artigo que IoT traria redução de desperdício (ASHTON, 2009), há grande preocupação sobre todo esse lixo eletrônico gerado quando um dispositivo IoT for ultrapassado e precisar ser trocado.

Se as previsões apontam para 500 bilhões de dispositivos conectados em 2030 (CISCO, 2016), quantos já não teriam sido descartados? Todo esse lixo eletrônico vem sendo chamado de e-waste (ECYCLE, 2014) e entra para a já extensa lista de problemas ambientais que o ser humano vem causando. De acordo com Mike (HOWER, 2014), cerca de 65.4 milhões de toneladas de e-waste seriam produzidas em 2017 e mesmo com uma mudança na fabricação desses produtos e materiais focando em sustentabilidade, ainda existe a necessidade de inovação por parte da indústria na produção de sensores que possam ser descartados de forma mais ecológica.

Pesquisadores do Instituto de Tecnologia da Georgia (HOWER, 2014) dizem que o rastreamento de dispositivos de forma padronizado utilizando um sistema de identificação universal e um sistema de rastreabilidade por GPS ajudaria no gerenciamento do descarte desses dispositivos permitindo diminuir os custos de coleta e de reciclagem e permitindo ao setor privado a recuperação desses itens para a reintegração de metais raros.

Algumas inovações já estão sendo propostas pela indústria, no artigo de Stacey (HIGGINBOTHAM, 2020) temos exemplo de empresa que fez parceria com uma startup para quando a bateria de um dos seus produtos falhar, seria mostrado no equipamento informações de como reciclá-lo. Outro exemplo no mesmo artigo cita o recebimento de um aparelho antigo na venda de um novo.

O fato é que muitos dispositivos ainda são produzidos de forma que precisam de reposição total ao acabar a bateria. Os equipamentos que hoje são chama-

dos de wearables, ou vestíveis numa tradução livre, normalmente são descartados no momento que a bateria começa a falhar e o usuário compra outro aparelho parecido em seguida (HIGGINBOTHAM, 2018), como é o caso de relógios inteligentes e aparelhos com sensores voltados à ginástica.

Enquanto a inovação da indústria na produção desses materiais não acontece de forma global, o foco deve ser no descarte apropriado. Ainda existem muitos componentes tóxicos nos materiais eletrônicos e, se descartados irregularmente, esses componentes colocam a saúde do ser humano em risco pois contaminam o solo e lençóis freáticos. Apenas em celulares são encontrados componentes como o chumbo, bromo e cádmio que são tóxicos e cancerígenos (ECYCLE, 2014).

Em contrapartida, estudos mostram que a IoT tem ajudado a diminuir a emissão de gases do efeito estufa (HOWER, 2014). Como visto no capítulo anterior, a conectividade proporcionada pela IoT tem cada vez mais ajudado na eficiência energética em cidades, não só na parte elétrica, mas também auxiliando o tráfego de veículos ao proporcionar rotas mais tranquilas e formas mais ágeis de estacionar os carros (INTERACT-LIGHTING, s.d.).

## 6 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

A Internet das Coisas ainda não chegou ao seu potencial e mesmo assim tem estado cada vez mais presente em nossas vidas. O efeito que ela trará poderá ser visto em vários segmentos da nossa sociedade.

A partir de uma pesquisa bibliográfica, este trabalho pretendeu compreender a Internet das Coisas e como ela pode nos afetar para entendermos o que está por vir e podermos nos preparar.

Buscando conhecer o que é esse fenômeno chamado Internet das Coisas e como ele vai alterar o nosso mundo, foi visto sua história e o surgimento do termo no final da década de 90. Mesmo assim pudemos observar que sua ideia já estava presente antes disso. Pôde ser estudado também como algumas aplicações já estão começando a ficar mais presentes semelhante à Automação Residencial.

Pudemos entender alguns desafios como a segurança, já que teremos milhões de dispositivos captando e transmitindo dados a todo instante, além de praticamente termos quase tudo conectado à Internet. Outro ponto também é o problema ambiental causado pelo descarte inapropriado dos dispositivos.

Com isso, a hipótese do trabalho de que a Internet das Coisas vai mudar nossas vidas se confirmou ao vermos que essa mudança já está começando e ainda tem muito mais a continuar.

### 6.1 TRABALHOS FUTUROS

Ao desenvolver este trabalho e adquirir o conhecimento, foi possível observar algumas propostas para possíveis trabalhos futuros envolvendo Internet das Coisas, como:

- Verificar como os assistentes virtuais ajudarão na progressão da Internet das Coisas;
- Apresentar uma pesquisa mais profunda sobre os protocolos de comunicação que poderão ser utilizados;
- Examinar as consequências da falta de padronização no mercado;
- Buscar formas de intensificar a segurança dos dispositivos;
- Propor aplicações práticas para as cidades inteligentes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. LONGEN, Andrei. **A História da Internet – Do Início ao Status atual da Rede**, 2019. Disponível em: <<https://www.weblink.com.br/blog/historia-da-internet/>>. Acesso em 3 de Out. de 2021.
2. KENNEDY, John B. **An interview with Nikola Tesla**, 1926. Disponível em: <<http://www.tfcbooks.com/tesla/1926-01-30.htm>>. Acesso em 4 de Out. de 2021.
3. FOOTE, Keith. **A Brief History of the Internet of Things**, 2016. Disponível em: <<https://www.dataversity.net/brief-history-internet-things/>>. Acesso em 4 de Out. de 2021.
4. ATZORI, Luigi; IERA, Antonio; MORABITO, Giacomo. **The Internet of Things: a survey**, Computer Networks, 2010. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1389128610001568>>. Acesso em 26 de Set. de 2021.
5. BLOMQUIST, Tomas; SAARIKKO, Ted; WESTERGRENN, Ulrika. **The Internet of Things: Are you ready fo whats's coming?**, Business Horizons, 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000768131730068X>> Acesso em 4 de Out. de 2021.
6. COLAKOVIC, Alem; HADZIALIC, Mesud. **Internet of Things (IoT): A review of enabling technologies, challenges, and open research issues**, Computer Networks, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1389128618305243>>. Acesso em 4 de Out. de 2021.
7. AMINE, Rghioui. **Internet of Things: Visions, Technologies, and Areas of Application**, Computer Networks, 2017.

Disponível em:

<[https://www.researchgate.net/publication/326513561\\_Internet\\_of\\_Things\\_Visions\\_Technologies\\_and\\_Areas\\_of\\_Application](https://www.researchgate.net/publication/326513561_Internet_of_Things_Visions_Technologies_and_Areas_of_Application)>. Acesso em 4 de Out. de 2021.

8. **By 2030, Each Person Will Own 15 Connected Devices.**

Disponível em: <<https://www.martechadvisor.com/articles/iot/by-2030-each-person-will-own-15-connected-devices-heres-what-that-means-for-your-business-and-content/>>. Acesso em 4 de Out. de 2021.

9. **Internet of Things - Connected Means Informed**, Cisco, 2016.

Disponível em: <<https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/se/internet-of-things/at-a-glance-c45-731471.pdf>>. Acesso em 6 de Out. de 2021.

10. ASHTON, Kevin. **That 'Internet of Things' Thing**, 2009. Disponível em:

<<https://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>>. Acesso em 6 de Out. de 2021.

11. ELDER, Jeff. **The internet's first thing**, 2019. Disponível em:

<<https://blog.avast.com/the-internets-first-smart-device>>. Acesso em 6 de Out. de 2021.

12. SAYED Ali Ahmed, Elmustafa; KAMAL, Zeinab. **Internet of Things Applications, Challenges and Related Future Technologies**, World Scientific News, 2017. Disponível em:

<[https://www.researchgate.net/publication/313651150\\_Internet\\_of\\_Things\\_Applications\\_Challenges\\_and\\_Related\\_Future\\_Technologies](https://www.researchgate.net/publication/313651150_Internet_of_Things_Applications_Challenges_and_Related_Future_Technologies)>. Acesso em 6 de Out. de 2021.

13. LEON, Lucas Pordeus. **Brasil tem 152 milhões de pessoas com acesso à internet**, Agência Brasil, 2021. Disponível em:

<<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-08/brasil-tem-152-milhoes-de-pessoas-com-acesso-internet>>. Acesso em 6 de Out. de 2021.

14. **Portaria MCT nº 148, de 31.05.1995**. Disponível em:

<[https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/legislacao/portarias/migracao/Portaria\\_MCT\\_n\\_148\\_de\\_31051995.html](https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/legislacao/portarias/migracao/Portaria_MCT_n_148_de_31051995.html)>. Acesso em 6 de Out. de 2021.

15. BRUNO, Márcio. **A Influência da Internet no Setor Bancário do Brasil**, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2006.
16. **Eisenhower Memorial**, 2010. Disponível em: <<https://web.archive.org/web/20101027163454/http://eisenhowermemorial.org/onepage/IKE%20%26%20Science.Oct08.EN.FINAL%20%28v2%29.pdf>>. Acesso em 8 de Out. de 2021.
17. LEE, Timothy B. **40 maps that explain the internet**, 2014. Disponível em: <<https://www.vox.com/a/internet-maps>>. Acesso em 8 de Out. de 2021.
18. MOTA, Rafaella Ribeiro. **Blog como ferramenta de relacionamento e posicionamento de marca com o mercado consumidor: Um estudo de caso do blog “Energia Eficiente” da Philips**, Faculdade 7 de Setembro, 2010.
19. VINICIUS. **Entenda o que é Internet das Coisas e como ela pode beneficiar sua empresa**, Webcenter, 2018. Disponível em: <<https://www.webcenter.com.br/blog/entenda-o-que-e-a-internet-das-coisas-e-como-ela-pode-beneficiar-sua-empresa/>>. Acesso em 8 de Out. de 2021.
20. MAGRANI, Eduardo. **A Internet das Coisas**, 2018. Disponível em: <<https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/23898/A%20internet%20das%20coisas.pdf>>. Acesso em 8 de Out. de 2021.
21. HOWER, Mike. **As ‘Internet of Things’ Grows, So Do E-waste Concerns**, 2014. Disponível em: <<https://sustainablebrands.com/read/waste-not/as-internet-of-things-grows-so-do-e-waste-concerns>>. Acesso em 10 de Out. de 2021.
22. **O que é e-waste e como lidar com esse tipo de resíduo**, eCycle, 2014. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/e-waste/>>. Acesso em 10 de Out. de 2021.
23. **The IoT and climate change**. Disponível em: <<https://www.interact-lighting.com/global/iot-insights/the-iot-and-climate-change>>. Acesso em 10 de Out. de 2021.
24. HIGGINBOTHAM, Stacey. **The IoT’s E-Waste Problem Isn’t Inevitable**, IEEE Spectrum, 2020. Disponível em: <<https://spectrum.ieee.org/the-iots-ewaste-problem-isnt-inevitable>>. Acesso em 11 de Out. de 2021.



25. HIGGINBOTHAM, Stacey. **The Internet of Trash: IoT Has a Looming E-Waste Problem**, IEEE Spectrum, 2018. Disponível em: <<https://spectrum.ieee.org/the-internet-of-trash-iot-has-a-looming-ewaste-problem#toggle-gdpr>>. Acesso em 11 de Out. de 2021.
26. WOLFSON, Sam. **Amazon's Alexa recorded private conversation and sent it to random contact**, The Guardian, 2018. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/technology/2018/may/24/amazon-alexa-recorded-conversation>>. Acesso em 11 de Out. de 2021.
27. RAPAPORT, Lisa. **Pacemakers, defibrillators are potentially hackable**, Reuters, 2018. Disponível em: <<https://www.reuters.com/article/us-health-heart-pacemaker-cyber-idUSKCN1G42TB>>. Acesso em 15 de Out. de 2021.
28. COBB, Stephen. **10 things to know about the October 21 IoT DDoS attacks**, WeLiveSecurity, 2016. Disponível em: <<https://www.welivesecurity.com/2016/10/24/10-things-know-october-21-iot-ddos-attacks>>. Acesso em 15 de Out. de 2021.
29. HUREL, Louise Marie; LOBATO, Luisa Cruz. **Segurança e privacidade para a Internet das Coisas**, Instituto Igarapé, 2018. Disponível em: <<https://igarape.org.br/wp-content/uploads/2018/11/Seguranca-e-Privacidade-para-a-Internet-das-Coisas.pdf>>. Acesso em 15 de Out. de 2021.
30. SANTOS, Bruno P.; SILVA, Lucas A. M.; CELES, Clayton S. F. S.; NETO, João B. Borges; PERES, Bruna S.; VIEIRA, Marcos Augusto M.; VIEIRA, Luiz Filipe M.; GOUSSEVSKAIA, Olga N.; LOUREIRO, Antonio A. F. **Internet das Coisas: da Teoria à Prática**, UFMG, 2016. Disponível em: <<https://homepages.dcc.ufmg.br/~mmvieira/cc/papers/internet-das-coisas.pdf>>. Acesso em 15 de Out. de 2021.
31. SENNAN, Sankar; SRINIVASAN, Palaniyappan. **Internet of Things (IoT): A survey on empowering technologies, research opportunities and applications**, International Journal of Pharmacy and Technology, 2016. Disponível em:

- <[https://www.researchgate.net/publication/312522213\\_Internet\\_of\\_Things\\_IoT\\_A\\_survey\\_on\\_empowering\\_technologies\\_research\\_opportunities\\_and\\_applications](https://www.researchgate.net/publication/312522213_Internet_of_Things_IoT_A_survey_on_empowering_technologies_research_opportunities_and_applications)>. Acesso em 15 de Out. de 2021.
32. **O que é RFID**. Disponível em:  
<[https://www.gta.ufrj.br/grad/07\\_1/rfid/RFID\\_arquivos/o%20que%20e.htm](https://www.gta.ufrj.br/grad/07_1/rfid/RFID_arquivos/o%20que%20e.htm)>.  
Acesso em 16 de Out. de 2021.
33. ANAND, Dilin. **The Internet of Things, Beyond RFID**, 2013. Disponível em:  
<<https://iot.electronicsforu.com/expert-opinion/internet-things-beyond-rfid>>.  
Acesso em 16 de Out. de 2021.
34. SINGH, Dhananjay; TRIPATHI, Gaurav; JARA, Antonio. **A survey of Internet-of-Things: Future vision, architecture, challenges and services**, IEEE World Forum on Internet of Things, 2014. Disponível em:  
<<https://ieeexplore.ieee.org/document/6803174>>. Acesso em 17 de Out. de 2021.
35. BARNAGHI, Payam; WANG, Wei; HENSON, Cory; TAYLOR, Kerry. **Semantics for the Internet of Things: early progress and back to the future**, 2012. Disponível em: <<https://www.igi-global.com/article/semantics-internet-things/70584>>. Acesso em 17 de Out. de 2021.
36. KIM, Suwon; KIM, Seongcheol. **User preference for an IoT healthcare application for lifestyle disease management**, 2018. Disponível em:  
<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030859611730109X>>.  
Acesso em 17 de Out. de 2021.
37. MANCINI, Monica. **Internet das Coisas: História, Conceitos, Aplicações e Desafios**, 2018. Disponível em:  
<[https://www.researchgate.net/publication/326065859\\_Internet\\_das\\_Coisas\\_Historia\\_Conceitos\\_Aplicacoes\\_e\\_Desafios](https://www.researchgate.net/publication/326065859_Internet_das_Coisas_Historia_Conceitos_Aplicacoes_e_Desafios)>. Acesso em 18 de Out. de 2021.
38. POPPER, Marcos Antonio. **Internet das Coisas: Potencialidades e Perigos**. Disponível em:  
<[https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/3703/1/Marcos\\_Popper%5B48190-49065%5DAD6\\_versao\\_final\\_publicacao.pdf](https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/3703/1/Marcos_Popper%5B48190-49065%5DAD6_versao_final_publicacao.pdf)>. Acesso em 19 de Out. de 2021.

39. BARRICELLI, Barbara Rita; CASIRAGHI, Elena; VALTOLINA, Stefano. **Virtual Assistants for End-User Development in the Internet of Things**, 2019 Disponível em:  
<[https://www.researchgate.net/publication/334185714\\_Virtual\\_Assistants\\_for\\_End-User\\_Development\\_in\\_the\\_Internet\\_of\\_Things](https://www.researchgate.net/publication/334185714_Virtual_Assistants_for_End-User_Development_in_the_Internet_of_Things)>. Acesso em 19 de Out. de 2021.
40. PINTO, Bruno S.; GASPAR, Wander A. **A Internet das Coisas aplicada às Cidades Inteligentes**. Disponível em:  
<<https://seer.cesjf.br/index.php/cesi/article/viewFile/118/38>>. Acesso em 19 de Out. de 2021.
41. **Assistentes Virtuais: Alexa, Google Assistente e Siri**, 2017 Disponível em:  
<<https://convexnet.com.br/assistentes-virtuais-alexa-google-assistente-e-siri/>>. Acesso em 20 de Out. de 2021.
42. MENEZES, A.R.F.; BARBOSA, R.A.T.; LIMA, M.S.; NASCIMENTO, S.C. **Internet das Coisas e os principais protocolos**, 2017 Disponível em:  
<<https://repositorio.ifs.edu.br/biblioteca/bitstream/123456789/779/1/Internet%20das%20coisas%20e%20os%20principais%20protocolos.pdf>>. Acesso em 20 de Out. de 2021.
43. KUROSE, J.F.; ROSS, K. **Redes de Computadores e a Internet – 5ª edição**, Pearson, 2010.