

A Internet das Coisas: Tipologias, Protocolos e Aplicações

The Internet of Things: Typologies, Protocols and Applications

Submitted: 26 July 2020
Revised: 6 August 2020
Accepted: 12 August 2021

Article submitted to peer blind review
Licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International

Campos Calenga Pataca*
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9200-6191>

DOI: <https://doi.org/10.26512/istr.v13i2.32773>

Abstract

[Purpose] *The purpose of the article is to characterize the internet of things in its diversity of terminological approach, base of protocols, technological information and main applications.*

[Methodology] *The article communicates the bibliographic research on the theme, in an exploratory descriptive study approach. From the bibliographic research it was possible to identify the different typologies of the internet of things and to establish the conceptual differences and specificities, both technological and their application.*

[Findings] *The article goes through an analysis of the evolution of the web, establishing the precise link of the emergence of the internet of things in web 3.0. It establishes the specific difference between the internet of things and the internet of everything in terms of the basic pillars of interaction. While the range of applications highlights five main domains: domestic, social, environmental, technological and emergency.*

[Practical Implications] *The article has an evident application to characterize the stack of specific communication and security protocols, in addition to the common ones of the internet. It can also provide the different actors with the appropriate options for the desired applications according to the specificities.*

[Originality] *The article features nineteen specific types of internet of things in a single documentary text and a synthesis of applications grouped into areas or domains.*

Keywords: *Internet of Things. Web. Protocols. Typologies. Applications.*

Resumo

[Propósito] *O propósito do artigo é caracterizar a internet das coisas em sua diversidade de abordagem terminológica, base de protocolos, informações tecnológica e principais aplicações.*

*Mestre em Telecomunicações pela Universidade Agostinho Neto, Doutor em Ciências da Educação – especialidade Tecnologias Educativas pela Universidade de Havana e Professor Auxiliar na UAN e ISUTIC, Angola. Email: cleofas36@gmail.com.

[Metodologia] O artigo comunica a pesquisa bibliográfica da temática, numa abordagem de estudo exploratório descritivo. A partir da pesquisa bibliográfica foi possível identificar as diversas tipologias da internet das coisas e estabelecer as diferenças e especificidades conceituais tanto tecnológicas como de sua aplicação.

[Resultados] – O artigo percorre uma análise da evolução da web, estabelecendo o vínculo preciso do surgimento da internet das coisas na web 3.0. Estabelece a diferença específica entre a internet das coisas e a internet de todas as coisas quanto aos pilares básicos de interação. Enquanto a gama de aplicações destaca cinco principais domínios: doméstico, social, ambiental, tecnológico e emergencial.

[Implicações Práticas] O artigo possui evidente aplicação ao caracterizar a pilha de protocolos de comunicação específicos e de segurança, além dos comuns da internet. Pode ainda proporcionar aos diversos atores, as opções adequadas às aplicações desejadas segundo as especificidades.

[Originalidade] O artigo caracteriza dezenove tipos específicos de internet das coisas num único texto documental e uma síntese de aplicações agrupadas em áreas ou domínios.

Palavras-Chave: Internet das Coisas. Web. Protocolos. Tipologias. Aplicações.

INTRODUÇÃO

Atualmente, a Internet das Coisas é uma das tecnologias de comunicação mais poderosas do século XXI. No ambiente da Internet das Coisas, a maioria dos dispositivos eletrônicos em nossa vida cotidiana fará parte da Internet devido às suas habilidades de comunicação e computação. A Internet das Coisas representa o próximo passo importante para a Internet, à medida que evolui de um substrato de comunicação que conecta computadores a outro que conecta e abraça objetos do cotidiano (coisas). Isso tem o potencial de revolucionar muitos setores diferentes da economia e da sociedade em geral, por exemplo, permitindo cidades inteligentes, sistemas de transporte inteligentes, gerenciamento inteligente de suprimentos de energia, etc., tudo isso possibilitado pela coleta de dados a partir de sensores. O presente trabalho tem como objetivo caracterizar a Internet das Coisas quanto as tipologias, protocolos e principais aplicações.

CONCEITO

O conceito primordial associado à Internet das Coisas -Internet of Things (IoT) relaciona-se à capacidade que os objetos possuem de se comunicar, reportando informações acerca de seu estado e funcionamento. Segundo Filho (2016), essa tecnologia consiste em interligar os objetos de uso cotidiano do ambiente real com a Internet, tornando-os então objetos inteligentes.

Em um sentido muito geral, a IoT refere-se a uma ampla gama de dispositivos conectados à Internet que são capazes de se comunicar com outros

dispositivos e redes (GYARMATHY, 2020). Internet das Coisas é conectar objetos à internet, capacitando-os para captar e transmitir dados e receber e executar ordens (EMBRATEL, 2017). As tecnologias associadas ao “conceito” são muitas, e apenas para citar algumas, temos as que se referem à conexão física dos objetos, ou de infraestrutura básica, como as conexões cabeadas e as conexões sem fio. Os registros gerados pela IoT abrangem não só “dados estáticos inerentes ao objeto, como descrição, modelo, características físicas, local e data de fabricação” (COSTA, 2018), como também dados dinâmicos de utilização e de relação com os usuários, com o ambiente e com outros objetos.

O termo Internet das Coisas, de acordo CARRION e QUARESMA (2019), descreve a revolução já em curso que pode ser observada no número crescente de dispositivos habilitados para internet.

Estima-se que em 2020 cerca de 50 bilhões de dispositivos estarão interligados, perfazendo uma taxa de 6,8 dispositivos por pessoa. A figura abaixo ilustra o crescimento de dispositivos IoT ao longo dos últimos 17 anos.

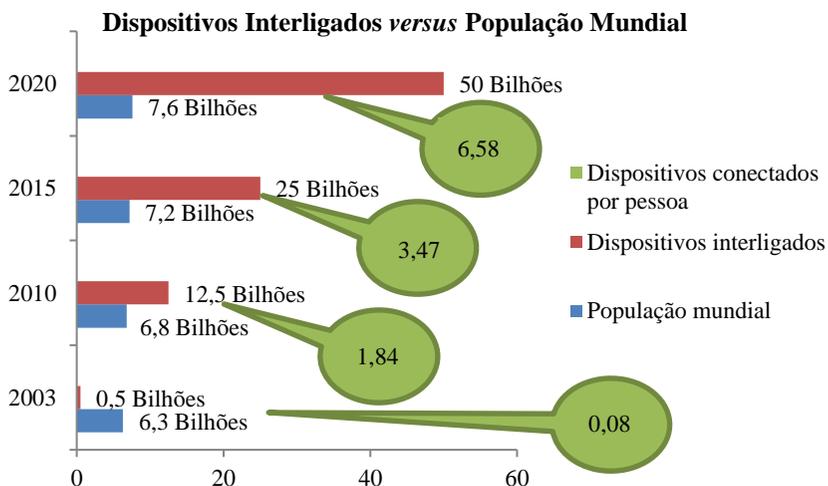


Gráfico 1 – Estatística de dispositivos interligados

Fonte: <https://disruptive.asia/iot-statistics-and-facts-infographic/>

EVOLUÇÃO

A história da Internet das Coisas segundo a professora Mônica MANCINI, especialista em Sistemas de Informação da Universidade de São Paulo (2018), tem seu início no ano de 1990 por John Romkey, que criou uma torradeira que

podia ser ligada e desligada através da Internet. O projeto foi apresentado na *Interop 89 Conference*.

Bill Joy, cofundador da Sun Microsystems, já na década de 1990, refletia sobre a conexão de dispositivo para dispositivo (*device-to-device*, D2D), pensando em um tipo de conexão que engloba não apenas uma rede, mas “várias webs”.

O site WATTSON (2018) cita que em 1999, Kevin Ashton, fundador do *Auto-ID Center* do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), criou o sistema RFID para rastrear um produto na cadeia de suprimentos, a apresentação do produto chamava-se *Internet of Things* (Internet das Coisas). Dez anos depois, escreveu o artigo “A coisa da internet das coisas” para o *RFID Journal*, reforçando a expressão (SOLIS, 2018). De acordo com Ashton, as pessoas necessitam conectar-se com a internet por meio de variadas formas devido à falta de tempo proporcionada pela rotina do novo cotidiano.

As Eras da Internet

A Internet das Coisas pode ser considerada uma variação da Internet a qual se está habituado hoje em dia. Ou melhor, uma terceira geração da Internet. A primeira geração foi baseada na digitalização da informação (MANCINI, 2018). A segunda consistiu na entrada maciça de pessoas como geradoras de conteúdos, principalmente através das mídias sociais. Agora, a terceira geração compreende a capacidade de objetos também se conectarem à Internet e se comunicarem entre si, com máquinas e sistemas de informações e com as pessoas (ABINC, 2017).

O conceito da IoT está relacionado a uma nova era da Internet, chamada de Web 3.0, mas antes de chegarmos ao cenário atual, muitas conceituações e evoluções ocorreram e serão resumidamente explicadas a seguir (BASURTO et al. 2020).

A Internet surgiu no final da década de 1960, criada no bojo do projeto *Advanced Research Projects Agency Network* (ARPANET) vinculado à agência *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA), financiado pelo governo federal dos Estados Unidos com o intuito de construir uma comunicação resistente a falhas ou ataques locais, por meio da criação de uma rede de computadores interconectados, utilizando o protocolo TCP/IP para comunicar entre si (KHANZODE e SARODE, 2016).

Por volta de 1985, a Internet já estava estabilizada como uma comunidade de pesquisadores e desenvolvedores ao redor do mundo. O próximo avanço significativo veio por intermédio de Tim Berners-Lee, Robert CAIlliau e demais pesquisadores do *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire* (CERN) responsáveis por criar, no final da década de 1980, um protocolo eficiente para distribuir informação: a *world wide web* (www. ou “web”). O principal acesso à

Internet hoje no mundo se dá por meio da “web” que acabou se tornando, usualmente, sinônimo da própria Internet, mas que não deve ser confundida com esta (MANCINI, 2018).

Web é um termo simplificado de *world wide web*, que consiste em apenas uma das várias ferramentas de acesso à Internet.

Para entender melhor a evolução dos usos e as potencialidades da Internet ao longo do tempo, costuma-se dividir a web em gerações. A figura seguinte ilustra a evolução da web até a sétima geração.

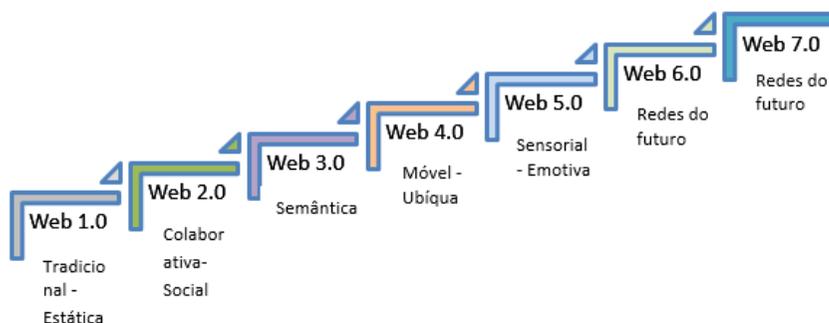


Figura 1 – Evolução da Web.

Fonte: elaboração própria.

A primeira geração (**web 1.0**), surgida em 1991, ficou caracterizada pela possibilidade de conexão entre pessoas de forma estática e sem uma interatividade com os sites, sendo estes criados somente para leitura (*read-only web*) (ONDAY, 2019). Foi usada fundamentalmente para publicar documentos e realizar transações e era conhecida como a web tradicional de um sistema típico de hipertexto proposto por Tim Berners Lee, conformada por documentos, imagens, enlaces, vídeos e animações (BASURTO et al. 2020). A ausência de comunicação e de interação entre consumidores e produtores era algo inerente à web 1.0, mas apesar dessa característica soar tão negativa atualmente, isso não diminuiu seu impacto, pois pela primeira vez estavam disponíveis as mais variadas informações, gratuitamente, em milhões de páginas. Outra característica da web 1.0 diz respeito à restrição dos aplicativos, que não podiam ser alterados ou ter seu funcionamento visualizado, sendo um dos principais exemplos o Netscape Navigator.

A **web 2.0** pode ser considerada a “web da comunicação”, por conta da grande interatividade viabilizada em suas plataformas. A web 2.0 é social,

colaborativa, interativa, focada numa relação bidirecional entre os usuários e a web (BASURTO et al. 2020). Está baseada num sistema de gestão de conteúdos de páginas dinâmicas de grande flexibilidade como PHP, ASP, JAVA, entre outros.

As principais características da web 2.0 fazem referência ao seu caráter colaborativo e de interação constante dos usuários. Todas essas relações foram possíveis devido ao crescimento de plataformas como redes sociais, blogs, wikis, entre outros. Dessa forma, a produção de conteúdo na Internet passou a ser realizada de maneira mais fluida. A partir do momento em que os próprios usuários puderam também abastecer as plataformas com informações, a web passou a ser uma via de mão dupla, ganhando a denominação de *read-write web*. Portanto, com o advento da web colaborativa (2.0), o usuário de Internet deixou de ser somente um consumidor de conteúdo passando a ser, ao mesmo tempo, também produtor, dando origem ao conceito de *prosumer*, típico das relações de interação nas plataformas de web 2.0, principalmente redes sociais (KHANZODE e SARODE, 2016).

O termo **web 3.0**, por sua vez, foi criado pelo jornalista John Markoff, do *New York Times*, 224 baseado na evolução do termo web 2.0 difundido por Tim O'Reilly e Dale Dougherty em 2004. Enquanto a web 2.0 permitia a interação entre pessoas, a web 3.0 usa a Internet para cruzar dados (STEFANIZZI et al., 2017). A web 3.0 está relacionada à semântica, cujo objetivo é dar significado a uma informação definida, mediante uma linguagem natural entendível por pessoas que colocam dados semânticos na web, e que são processados por máquinas ou robôs que aplicam princípios de Inteligência Artificial (BASURTO et al. 2020).

A **web 4.0** está relacionada com os dispositivos móveis, onde a concepção é a ubiquidade, significa “em qualquer lugar e qualquer momento” e, obviamente, em tempo real. Ela permite a conexão do mundo real com o mundo virtual por meio de dispositivos móveis (ONDAY, 2019). Essa web está predominantemente focada na educação, sobretudo na autoaprendizagem e ensino virtual, e também ao apoio geral do processo de ensino-aprendizagem.

A **web 5.0** – emotiva/sensorial permite medir as emoções das pessoas através de dispositivos que traduzem as emoções para a máquina, processando-as em tempo real para cambiar a informação prévia (BASURTO et al. 2020). A aplicação da expressão facial de um avatar é um exemplo prático da web 5.0.

A **web 6.0** está relacionado com as redes do futuro, onde se desenvolvem a partir da rede sensorial e emotiva, por meio de dispositivos e equipamentos se traduzem em uma informação virtual e digitalização de conhecimentos, através da medição das sensações e emoções (KHANZODE e SARODE, 2016). É considerada a web de extensão de serviços de informação da internet – *Internet*

Information Service (IIS). Como exemplos de Web de extensão de serviços são o *Active Server Pages (ASP)*, *ASP.NET*, *FrontPage Server Extensions*, *Server-side includes (SSI)*, *Internet Database Connector*, *Web Distributed Authoring and Versioning (Web DAV)*, *Common Gateway Interface (CGI)* e o *Internet Server API (ISAPI)* (ONDAY, 2019).

A **web 7.0**, também relacionada com as redes do futuro, tem a funcionalidade de tela sensível ao toque – *touchscreen*, acionado com uma caneta ou com o dedo do usuário (SMITH, 2019).

TIPOLOGIAS DE INTERNET DAS COISAS

Um sistema IoT é definido como um paradigma de comunicação no qual dispositivos do mundo físico se integram em um ambiente e são capazes de ser identificados, localizados, conectados à Internet, de realizar processamento e semântica, além de gerarem dados sobre este ambiente e sobre a interação entre esses dispositivos (AL-FUQAHA, 2015).

De acordo com a especificidade dos dispositivos conectados à Internet, circunstâncias, modo e intervenientes de interação, é possível considerar uma diversidade de tipologia de Internet das coisas. A tabela seguinte resume os tipos mais conhecidos de IoT.

Tipo	Definição	Autor (es)
IoT	<i>Internet of Things</i> – é o conceito em que objectos físicos interactuam entre si através da Internet e podendo identificar-se mutuamente.	TSOUMANIS et al., (2020), ASHOURI et al., (2019)
BIoT	<i>Bio internet of nano-things</i> – é focada na interconexão de nano dispositivos de biotecnologia capazes de estabelecer comunicação efectiva.	MIRAZ et al., (2018)
CIoT	<i>Consumer Internet of Things</i> – é focada na interconexão de dispositivos em ambiente doméstico proporcionando a comunicação entre si em correspondência com as necessidades do consumidor. Em 2020 a CIoT será a 3ª maior indústria em termos de IoT, e 70% de dispositivos vestíveis são dedicados a <i>fitness</i> .	FAGAN et al. (2019), REN et al. (2019), MIRAZ et al., (2018)
HIoT	<i>Human Internet of Things</i> – é focada na utilização de dispositivos e objectos	MIRAZ et al., (2018)

	peçoais inteligentes que se comunicam por internet.	
IDoT	<i>Identity of things</i> – é focada a identidade das coisas e dispositivos interconectados à internet.	MIRAZ et al., (2018)
IIoT	<i>Industrial Internet of Things</i> - refere-se a um sistema interconectado de dispositivos inteligentes em um ambiente industrial que conecta recursos, incluindo sensores, atuadores, controladores e máquinas, como um sistema de controlo inteligente.	JANSEN e MERWE (2020), CHALAPATHI et al. (2019), KAMIENIECK et al. (2019), BOYES et al., (2018)
IoBNT	<i>Internet of Bio-nano-things</i> – é focada na interconexão de nano dispositivos de biotecnologia capazes de estabelecer comunicação efectiva, usados na medicina.	MIRAZ et al., (2018)
IoE	<i>Internet of Everything</i> – é a rede de interconexão entre objectos inteligentes (smart things), pessoas, processos e dados, em tempo real.	CHAUHAN e JAIN (2019), SHOJAFAR e SOOKHAK (2020), LIU et al., (2020)
IoMCT	<i>Internet of Mission Critical Things</i> - é motivada pela convergência da detecção, comunicação, processamento e controlo de dispositivos e sensores em missões críticas ou circunstâncias extremamente complicadas.	SRINIVASAN et al., (2019)
IoMT	<i>Internet of Mobile Things</i> – é focada na interconexão de dispositivos e sensores que estabelecem a comunicação na mobilidade e em repouso.	HAMMOOD et al. (2019), SRINIVASAN et al. (2019)
IoNT	<i>Internet of Nano Things</i> – é focada na interconexão de nano dispositivos, formando uma rede de comunicação.	MIRAZ et al., (2018)
IoP	<i>Internet of People</i> – é focada na interconexão das pessoas através da rede de Internet.	LANGLEY et al., (2019), KHARCHENKO (2019)
IoRT	<i>Internet of Remote Things</i> – é focada na interconexão de dispositivos remotos,	BACCO et al., (2017)

	através da rede de Internet. Geralmente usam a comunicação via satélite.	
--	--	--

Tabela 1 – Tipos de Internet das Coisas

ARQUITETURA E PROTOCOLOS

Ao longo da evolução da IoT, diferentes arquiteturas têm sido estudadas por pesquisadores, dentre elas a de três camadas e a de cinco camadas (SETHI e SARANGI, 2017). No presente ensaio, apresentamos a arquitetura de cinco camadas: física, enlace de dados, rede, transporte e aplicação. A Figura seguinte ilustra a arquitetura com estas cinco camadas.

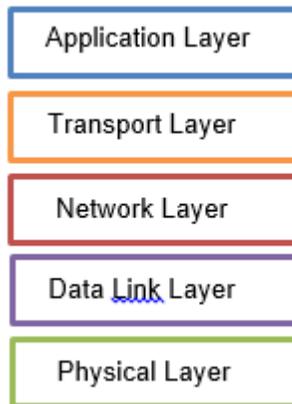


Figura 2 – Arquitetura da IoT

Fonte: Adaptado de SETHI e SARANGI, (2017)

- Camada física – *Physical Layer*- é responsável pela recolha de dados dos dispositivos IoT. As questões a serem consideradas na camada física de uma rede IoT são potência, largura de banda e consumo de energia. Os dispositivos conectados a essa camada são suscetível a desafios de segurança, como adulteração física de dispositivos, queda e alteração de dados (CYNTHIA et al., 2019).
- Camada de enlace de dados – *Data Link Layer* – é responsável pelo estabelecimento do link de dados. Aumentar a potência de transmissão também aumenta a taxa de dados na comunicação sem fio. Qualquer protocolo de comunicação sem fio, como Bluetooth, Wi-Fi, Zig bee, pode ser usado. IEEE802.15.4 é usado para garantir segurança na

camada de enlace. Protege os quadros MAC usando técnicas criptográficas de chave simétrica.

- Camada de rede – *Network Layer* - actua como uma rede convencional. No entanto, o perfil de tráfego pode ser diferente devido ao tipo e tamanho dos dados a serem transferidos. Por exemplo, alguns dados serão transferidos em uma direcção de ida a partir dos sensores, leitores e dispositivos RFID através desta camada para a camada de transporte. Dispositivos mais inteligentes contam com uma comunicação de duas vias através desta camada. Além disso, ela tem de suportar diferentes protocolos, devido à variedade de dispositivos que estão sendo utilizados (SETHI e SARANGI, 2017).
- Camada de transporte – é responsável pela comunicação fim-a-fim, mediante o uso de protocolos específicos como o UDP - *User Datagram Protocol*, DTLS - *Datagram transport Layer Security* e outros. O protocolo DTLS oferece privacidade na comunicação entre dispositivo cliente e servidor. Evita que os beirais caiam, adulterem e falsifiquem. O protocolo IPSec na camada de transporte garante confidencialidade e integridade.
- Camada de aplicação – é responsável pela integração das aplicações dos dispositivos IoT. Os problemas de segurança da camada de aplicação incluem autenticação do usuário, privacidade, controle de acesso, segurança de middleware. Um nó restrito usa CoAP e um nó irrestrito usa HTTP como protocolo da camada de aplicativo (CYNTHIA et al., 2019).

Os protocolos de comunicação da IoT são modos de comunicação que protegem e garantem a segurança ideal para os dados trocados entre os dispositivos conectados (UPPALAPATI, 2019).

Os dispositivos IoT geralmente são conectados à Internet por meio de uma rede IP - *Internet Protocol*. No entanto, dispositivos como *Bluetooth* e RFID permitem que dispositivos IoT se conectem localmente. Nesses casos, há uma diferença de potência, alcance e memória usados. A conexão através de redes IP é comparativamente complexa, requer maior memória e energia dos dispositivos IoT, enquanto o alcance não é um problema. Por outro lado, as redes não IP exigem comparativamente menos energia e memória, mas têm uma limitação de alcance.

Os protocolos e padrões de IoT podem ser amplamente classificados em duas categorias separadas: protocolos de rede e protocolos de dados (UPPALAPATI, 2019).

Os protocolos de rede IoT são usados para conectar dispositivos pela rede. Esse é o conjunto de protocolos de comunicação normalmente usados na Internet. Usando protocolos de rede IoT, é permitida a comunicação de dados ponta a ponta no escopo da rede.

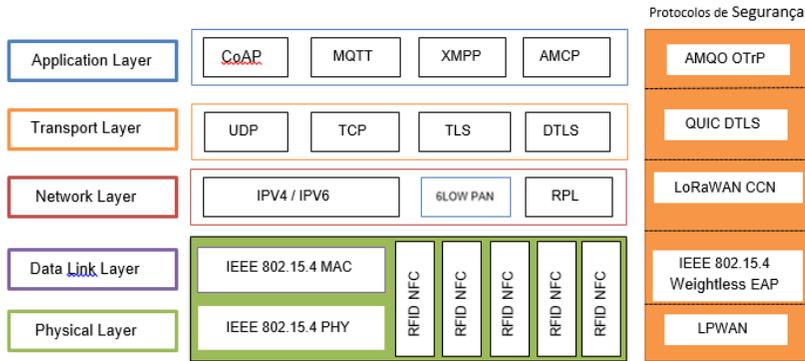
Os protocolos de dados IoT, por sua vez, são usados para conectar dispositivos IoT de baixa potência. Esses protocolos fornecem comunicação ponto a ponto com o hardware no lado do usuário sem nenhuma conexão com a Internet. A conectividade nos protocolos de dados da IoT é feita através de uma rede com fio ou celular. A tabela seguinte apresenta uma síntese dos protocolos de rede e de dados.

Protocolos de Rede	Protocolos de Dados
HTTP - <i>Hyper Text Transport Protocol</i> – é um protocolo de aplicação para sistemas de informação hipermédia colaborativos e distribuídos. É predominantemente um protocolo de mensagens web, que foi originalmente desenvolvido por Tim Berners-Lee (TUKADE e BANAKAR, 2019). É o protocolo mais usado por dispositivos IoT quando existem muitos dados a serem transferidos. No entanto, o seu custo, a vida útil da bateria e o consumo de energia, são os seus maiores constrangimentos.	MQTT - <i>Message Queuing Telemetry Transport Protocol</i> – é um dos protocolos preferenciais para dispositivos IoT, que recolhe dados de vários dispositivos electrónicos e suporta a monitorização remota de dispositivos. É um protocolo de subscrição/publicação de mensagens que corre sobre o TCP, ou seja, suporta a troca de mensagens em redes sem fio. Foi introduzido em 1999 como uma variante do protocolo de comunicação M2M e actualmente é muito usado em dispositivos de baixa potência e memória.
LoRaWan – <i>Long Range Wide Area Network</i> – é um protocolo de “alto nível” <i>long-range</i> de baixa potência que proporciona deteção de sinal sob o nível de ruído. LoRaWan conecta dispositivos alimentados por baterias, sem fio na internet, tanto na rede global como nas redes privadas (BUUMAN et al., 2020; UPPALAPATI, 2019).	CoAP - <i>Constrained Application Protocol</i> – é um protocolo utilitário da internet para aparelhos restritos. Usando este protocolo o dispositivo cliente envia uma solicitação ao servidor e este por sua vez responde ao cliente em HTTP. O protocolo CoAP é muito usado em automação, telemóveis e microcontroladores (SHAFIQUE et al., 2020).
Bluetooth – é um dos protocolos mais usados para a comunicação de gama curta. É um protocolo padrão da IoT	AMQP - <i>Advanced Message Queuing Protocol</i> - É um protocolo de mensagens corporativo projetado para

<p>para a transmissão de dados, seguro e perfeito para a comunicação sem fio de curta distância, baixa potência e baixo custo, entre dispositivos electrónicos. O protocolo Bluetooth é muito usado em vestíveis inteligentes, smartphones e dispositivos móveis, onde pequenos fragmentos de dados podem ser trocados sem alta potência nem grande memória.</p>	<p>confiabilidade, segurança, provisionamento e interoperabilidade. Consiste de três componentes separados, nomeadamente, troca, fila de mensagens e ligação. Todos esses três componentes garantem uma troca e armazenamento seguros e bem-sucedidos de mensagens. É muito usado na indústria bancária.</p>
<p>ZigBee – é um protocolo de IoT que permite aos objectos inteligentes funcionarem juntos. É muito usado em automação doméstica, para aplicações industriais é usado com aplicativos que suportam baixa taxa de transferência de dados entre distâncias curtas. Como exemplos de aplicações estão a iluminação de ruas e medidores eléctricos em áreas urbanas, em sistemas de segurança e casas inteligentes.</p>	<p>XMPP - <i>Extensible Messaging and Presence Protocol</i> – este protocol usa um mecanismo de impulse para trocar mensagens em tempo real. O XMPP é flexível e pode integrar-se perfeitamente às alterações. Desenvolvido usando XML aberto (<i>Extensible Markup Language</i>), o XMPP funciona como um indicador de presença, mostrando o status de disponibilidade dos servidores ou dispositivos que transmitem ou recebem mensagens. O XMPP também é usado em jogos online, sites de notícias e VoIP (<i>Voice over Internet Protocol</i>).</p>
<p>IPv4/IPv6 – <i>Internet Protocol version four/six</i> protocolos típicos de redes internt. A implantação do IPv6 tornará ainda mais complexo o gerenciamento de rede, com suas melhorias recursos de segurança e recursos de configuração automática da rede. A operação de ambos os protocolos simultaneamente durante o período de transição também pode aumentar a complexidade geral e custo em termos de tempo, recursos humanos e valor monetário (MIRAZ et al., 2018).</p>	<p>M2M – <i>Machine to Machine</i> - É um protocolo aberto do setor criado para fornecer gerenciamento remoto de aplicativos de dispositivos IoT. Os protocolos de comunicação M2M são econômicos e usam redes públicas. Ele cria um ambiente em que duas máquinas se comunicam e trocam dados. Este protocolo suporta o auto-monitoramento de máquinas e permite que os sistemas se adaptem de acordo com o ambiente em mudança (BACCO et al., 2017).</p>

Tabela 2 – Protocolos da Internet das Coisas

Além dos protocolos acima descritos, a IoT apresenta vários outros de comunicação e da internet, entre os quais IPV4, IPV6, 6LoWPAN, RPL, UDP, TCP, TLS, DTLS, entre outros, assim como várias tecnologias de rádio como RFID, IEEE 802.15.4, IEEE 802.11, IEEE 802.15, IEEE 802.16, e outras (CYNTHIA et al., 2019; ABBASI e YAGHMAEE, 2019). A figura seguinte ilustra o empilhamento dos principais protocolos na arquitetura de cinco camadas.

**Figura 3** – Pilha de Protocolos da IoT

Fonte: Adaptado de CYNTHIA et al., (2019)

APLICAÇÕES DA INTERNET DAS COISAS

A IoT transformará o modo como vivemos, trabalhamos e aprendemos. É o início de um ciclo de renovação tecnológica que auxiliará na otimização e automatização de tarefas cotidianas básicas. Além disso, poderá trazer informações importantes para o benefício público, e para empresas privadas poderem ser mais assertivas nos seus produtos e serviços prestados. A conexão virtual de dados, pessoas, processos e coisas, promete criar um mundo de novas oportunidades econômicas, entre as quais ao nível das *Smart Cities*, *Smart Environment*, *Smart Metering*, Segurança e Emergências, retalho, logística, controlo industrial, *Smart Agriculture*, *Smart Animal Farming*, domótica e *eHealth* (Libelium, 2015). Para CHALAPATHI et al., (2019), alguns domínios práticos da aplicação da IoT são: domínio doméstico, social, ambiental, tecnológicas, emergências e situações críticas. A figura seguinte ilustra as principais áreas de aplicação da IoT.

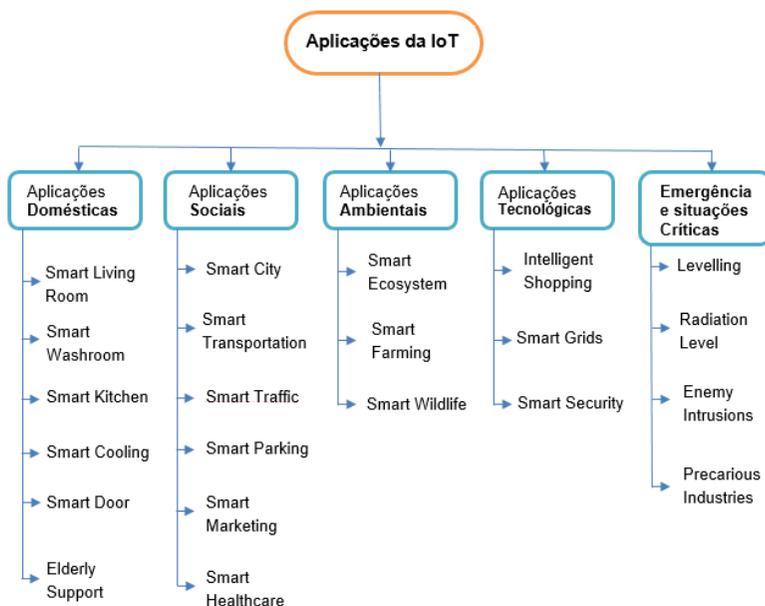


Figura 4 – Aplicações da Internet das Coisas

Fonte: Adaptado de MATTÁ e PANT, (2019).

No **domínio doméstico** se destacam as casas inteligentes – *smart homes* e dispositivos de apoio aos idosos. Segundo VANDOME (2018), *Smart home* é a casa com dispositivos inteligentes conectados entre si e projetados para oferecer ou distribuir uma série de serviços dentro e fora de casa através de uma variedade de dispositivos de rede. Embora os dispositivos não necessitem de uma ligação de alta-velocidade à Internet, para se tirar partido de todas as funcionalidades de uma *Smart home*, é necessária uma ligação à Internet de banda larga permanente (AWL e KARIM, 2018). **As casas inteligentes** se beneficiarão da IoT para melhorar a eficiência energética, a segurança e a conveniência, graças à introdução de dispositivos inteligentes conectados (BLUMTRITT, 2020).

O apoio inteligente a idosos compreende cuidados especiais com mais velhos. A rotina mais importante e crítica da vida de todos é cuidar de seus próximos e queridos. As pessoas idosas, assim como as crianças, precisam de cuidados especiais em casa. Eles podem também ser monitorados e obter assistência quando necessário, se a casa for uma casa inteligente (CHALAPATHI et al., 2019). As pessoas que vivem na terra estão envelhecendo continuamente e hoje em dia a população de idosos (65 anos ou mais) representa 7% ou mais da população total em muitas partes do mundo.

No **domínio social** as aplicações podem incluir cidade inteligente, transporte inteligente, tráfego inteligente, estacionamento inteligente, marketing inteligente e cuidados de saúde inteligentes.

Muitos são os conceitos dados para as Cidades Inteligentes e diversas são as características que os estudiosos entendem como necessárias que tornam uma cidade “*Smart*”. ZAVRATNIK et al., (2018) e DEGUCHI et al., (2020) definem que “uma Comunidade Inteligente é uma comunidade que faz um esforço consciente para usar a tecnologia da Informação para transformar a vida e o trabalho dentro do seu território de uma forma significativa e fundamental, em vez de seguir uma forma incremental”, isto é, as cidades Inteligentes devem ser baseadas num crescimento eficiente, sóbrio e planejado por meio das TI. O tráfego e os transportes públicos podem ser melhor geridos com informações em tempo real sobre as condições do pavimento, congestionamentos, condições climáticas e disponibilidade de estacionamento a serem recolhidas a partir de múltiplos sensores. Da mesma forma, a iluminação pode ser muito mais responsiva às necessidades dos habitantes das cidades, e os níveis de poluição ambiental e sonora podem ser melhor monitorados e comunicados. Em *Smart Cities*, há uma interação de dados de diferentes fontes em diferentes camadas. Ou seja, os dados gerados por dispositivos pessoais conectam-se à informação gerada pelos sensores de uma cidade inteligente, recebendo dados sobre, por exemplo, horários de transportes públicos, ou estradas com menor tráfego automóvel. Muitas grandes cidades foram apoiadas por projetos inteligentes, como Seul, Nova York, Tóquio, Shanghai, Singapura, Amsterdã e Dubai (MOHAMMED e AHMED, 2017).

Na vida de hoje, o transporte constitui um dos principais componentes da corrida da sociedade ocupada e, portanto, o transporte Inteligente recebe significativa ênfase. A programação de rotas e horários pode ser categorizada em veículos de transporte de carga pesada, carga média e de pouca carga. Isso pode ser planejado e monitorado através da implementação do sistema IoT (CHALAPATHI et al., 2019). As soluções de transporte inteligente podem acelerar fluxos de tráfego e reduzir o consumo de combustível.

O *Smart Traffic* está focado principalmente no fornecimento de monitoramento e gestão do tráfego geral em uma cidade. Inclui o monitoramento do roteamento de tráfego dentro de uma cidade, tanto de veículos, quanto de pedestres. Esse aplicativo também pode incluir detecção e orientação em direção à rota mais curta possível entre dois pontos (LITMAN, 2020).

Através de medicina inteligente, os médicos e hospitais podem receber e organizar dados vindos de dispositivos médicos conectados, incluindo wearables e monitores de saúde instalados nas casas dos pacientes. Ao receber os dados em tempo real, os profissionais de medicina obtêm, assim, informações mais completa dos seus pacientes, melhorando o atendimento através de diagnósticos

e tratamentos mais eficazes (TISSAOUI e SAIDI, 2020), (RAHAMAN et al., 2019).

No **domínio ambiental** as aplicações podem incluir ecossistemas inteligentes **smart ecosystems**, agricultura inteligente, vida selvagem inteligente e água inteligente **smart farming, smart wildlife and smart water**.

O ecossistema inteligente abrange os assuntos de melhoria da qualidade do ar e da água. Também lida com a poluição sonora, especialmente em áreas residenciais, perto de hospitais e escolas. Inclui o fornecimento de monitoramento ambiental que pode resultar em cuidar de lixo não biodegradável (CAI et al., 2020). Também pode ajudar as autoridades a reduzir o consumo de polítenos e outros materiais não biodegradáveis pelo público (McLEAN, 2020).

A agricultura inteligente lida com a agropecuária e o agronegócio nas áreas artificialmente preparadas por seres humanos para criação. Pode ser muito útil sentir, analisar e monitorar um conjunto de diferentes situações relacionadas aos animais. Isto inclui condições climáticas, temperatura, níveis de gases tóxicos, a proporção de animais quantidade de comida, número de cuidadores e até cercas necessárias (PRIYATHARSHINI et al., 2015), (JITHIN et al., 2019). Com base na análise, outras ações benéficas e contrárias podem ser tomadas.

A vida selvagem inteligente pode ser responsável por coletar e analisar informações de habitats naturais e ecossistemas da vida selvagem. Esta informação pode se tornar uma entrada para as ações necessárias para a melhoria do ecossistema (XU et al., 2019). Também pode atender a casos particulares de emergência, seja relacionados a um animal ou a um ser humano na área de vida selvagem. Sinais aplicáveis podem ser gerados; analisados e ações apropriadas que salvam vidas podem ser tomadas. Isso também pode ser estendido ao zoológico, resorts e parques de entretenimento onde os animais são mantidos para entretenimento e exibição (CHALAPATHI et al., 2019).

A subcategoria de água inteligente lida principalmente com a qualidade da água. O conceito de *smart water system* SWS no campo da água urbana está ganhando força e grande impulso entre a academia, governo e indústria, chamando a atenção de organizações internacionais (SWAN, EWRI, HIC e CCWI) e de organizações de nível superior (IWA, AWWA, AWC-Asian Conselho da Água). É capaz de verificar a presença de produtos químicos tóxicos, vírus ou qualquer tipo de fungo nas águas (LI et al., 2020).

Produtos químicos, inseticidas e intoxicantes medicamentosos necessários podem ser adicionados à água após a análise e as decisões adequadas. Também pode proteger os animais aquáticos bem como plantas aquáticas de maneira apreciável. Também estende sua aplicação em nivelamento da água durante a estação de verão, bem como na estação das chuvas (KUMAR et al., 2019).

As **aplicações tecnológicas** podem incluir compras inteligentes e segurança inteligente.

As compras inteligentes abrangem diferentes cenários, como a proposta de acordos atraentes para clientes distintos com base em seus gostos e marcas favoritas. Isso pode ser feito por mantendo o registro dos dias ou datas mais comuns em que um cliente faz compras (TAHIRI et al., 2019).

Ao analisar esse registro e hábitos de compra, o cliente pode ser rastreado remotamente. Por recomendação, o sistema pode solicitar o anúncio dos gostos do usuário na página do Google ou do Facebook do usuário. Outra abordagem é, dizendo disponibilidade, bem como lembrar a necessidade de produtos após o monitoramento e analisando a seleção, modo e intervalo de tempo de suas compras (ISLAM et al., 2019).

A segurança inteligente cobre a segurança de várias maneiras: a segurança de documentos, itens e equipamentos em um cenário altamente crítico como uma energia nuclear estação ou organizações de defesa (MATTA e PANT, 2019). Também estende sua implementação de forma confidencial em cenários como de registros médicos, instituições policiais e setor bancário. A provisão de segurança também pode ser realizada em um setor comercial de rotina, ambientes industriais típicos ou mesmo em um setor educacional (YUAN et al., 2020), (NILKANTHSING, 2020), (CYNTHIA et al., 2019).

Aplicações de **situações críticas e de emergência** podem incluir calamidades naturais, níveis de água, níveis de radiação, invasões inimigas e indústrias precárias (ZHANG et al., 2020), (EDOH, 2018).

A primeira subcategoria cobre a possível previsão de mudança de clima, o que pode levar a algum tipo de calamidade natural e prosseguir em conformidade.

O nivelamento da água inclui a implementação de um sistema de IoT, compreendendo sensores, transmissores em um corpo d'água. Os sensores detectam os dados e, os transmitem para algum dispositivo de computação, onde podem ser analisados. Depois de analisar os dados instruções, adicionais podem ser dadas às autoridades que lidam com os problemas do nível da água (MATTA e PANT, 2019).

Invasões inimigas são outra questão importante em várias partes do mundo. Nas fronteiras, implementando sensores e câmaras, pode-se prevenir ou tomar medidas para invasões indesejadas.

Indústrias precárias formam uma área de aplicação sob os aspectos críticos e emergenciais.

As aplicações de situações críticas, abrangem os setores em que precauções extras são necessárias para estar seguro. Áreas industriais como fogos de artifício, mina de carvão, túneis, e barragens também são pontos com risco de vida; portanto, a implementação de IoT eficiente e robusta pode ser aplicada a

essas áreas para evitar os desastres da população em nível coletivo ou contratempos em nível individual (CHOI et al., 2020), (MATTA e PANT, 2019).

CONCLUSÕES

A IoT surgiu na última década do século XX e já tornou-se em uma das tecnologias de comunicações mais poderosas do século XXI. A evolução da web e o surgimento do smartphone impulsionou a interconexão de todos os tipos de coisas à Internet, por exemplo: dispositivos, veículos, aparelhos, vestíveis e diversos sensores, se tornaram possíveis do monitorar, controlar e comandar através da Internet. Este estudo caracterizou 19 tipos de Internet das coisas, os principais protocolos de comunicação e de segurança que essa tecnologia utiliza e, os principais domínios de aplicação. A vasta gama de aplicações da IoT pode ser agrupada em cinco principais domínios: doméstico, social, ambiental, tecnológico e emergencial.

REFERÊNCIAS

- ABBASI, M. e YAGHMAEE, M. H. Low-Power Wide Area Network (LPWAN) for Smart grid: An in-depth study on LoRaWAN. **2019 IEEE 5th International Conference on Knowledge-Based Engineering and Innovation (KBEI)** (Iran University of Science and Technology) – Tehran, Iran (2019).
- ABINC. **Sobre a ABINC**. 2017.
- AL-FUQAHA, A. et al. “Internet of things: a survey on enabling technologies, protocols and applications.” **ResearchGate** 2015.
- ALHAZMI, O. “A Survivable Internet of Things Scheme.” **Journal of Advanced Research in Computing and Applications** Volume 13, Issue 1 (2018) 19-26.
- ASHOURI, M. et al. Edge **Computing Simulators for IoT System Design: An Analysis of Qualities and Metrics**. Future Internet 2019, 11, 235; doi:10.3390/fi11110235.
- AWL, H. N. & Karim, B. A. Smart Home System Based on GSM Network. **Kurdistan Journal of Applied Research (KJAR)** Print-ISSN: 2411-7684 Electronic-ISSN: 2411-7706, (2018): 17-21.
- BACCO, M. et al. Application Protocols enabling Internet of Remote Things via Random Access Satellite Channels. **arXiv:1706.09787v1** [cs.NI] 29 Jun 2017.
- BASURTO et al. La Web 3.0 en la Educación. **Curso a distancia de la Universidad Israel**, 2020.

- BLUMTRITT, C. Previsão de taxa de penetração do Smart Home por país no segmento Controle e conectividade 2019. **Statista**, 5 de junho de 2020,
- BOYES, H. et al. The industrial internet of things (IIoT): An analysis framework. **Elsevir, ScienceDirect Computers in Industry** (2018): 1-12.
- BRYNSKOV, M. et al. **Next Generation Internet of Things**. H2020 Coordination and Support Action (CSA), NGIoT Consortium 2018-2021 (2019).
- BUURMAN, B. et al. Low-Power Wide-Area Networks: Design Goals, Architecture, Suitability to Use Cases and Research Challenges. **Digital Object Identifier 10.1109/ACCESS.2020.2968057**, IEEE Access, (2020): pp. 17179-17220.
- CAI, Y. et al. Higher Education in Innovation Ecosystems. **Sustainability** 2020, 12, 4376; doi:10.3390/su12114376.
- CARRION, P. & Quaresma, M. Internet da Coisas (IoT): Definições e aplicabilidade aos usuários finais. **HFD, v.8, n.15**, (mar 2019): p. 49-66.
- CHALAPATHI, G. S. S. et al. Industrial Internet of Things (IIoT) Applications of Edge and Fog Computing: A Review and Future Directions. **arXiv:1912.00595v1** [cs.NI] 2 Dec 2019.
- CHAUHAN, D. e JAIN, J. K. A Journey from IoT to IoEA Journey from IoT to IoE. **International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering** (IJITEE) ISSN: 2278-3075, Volume-8 Issue-11, (2019): 966-969.
- CHOI, C. et al. Development of Water Level Prediction Models Using Machine Learning in Wetlands: A Case Study of Upo Wetland in South Korea. **Water** 2020, 12, 93; doi:10.3390/w12010093.
- COSTA, C. L. et al. Internet das coisas (IOT): um estudo exploratório em agronegócios. **VI Simpósio da Ciência do Agronegócio**, Faculdade de Agronomia Porto Alegre/RS, 25-26 de outubro de 2018.
- CYNTHIA, J. et al. **Security Protocols for IoT**. Springer Nature Switzerland AG (2019) (eds.), Ubiquitous Computing and Computing Security of IoT, Studies in Big Data 47.
- DEGUCHI, A. et al. “Society 5.0 A People-centric Super-smart Society.” Hitachi-**UTokyo Laboratory** (H-UTokyo Lab.) The University of Tokyo Bunkyo-ku, Tokyo, Japan. Springer open (2020).
- EDOH, T. **Internet of Things in Emergency Medical Care and Services**.
- EMBRATEL. **A Internet for a das telas**. 2017 Edição #2 Internet das Coisas.
- FAGAN, M. et al. Security Review of Consumer Home 2 3 Internet of Things (IoT) Products. **National Institute of Standards and Technology Interagency or Internal Report (NISTIR) 8267**, 48.

- FILHO, M. F. **Internet das Coisas**. Universidade do Sul de Santa Catarina – Unisul, Livro Digital CDD (21. ed.) 004.678 (2016).
- GYARMATHY, K. Think your facility is running smoothly? Think again. **Publicado em Março de 2020**.
- HAMMOOD, D. A. et al. Body-to-Body Cooperation in Internet of Medical Things: Toward Energy Efficiency Improvement. **Future Internet** 2019, 11, 239; doi:10.3390/fi11110239.
- ISLAM, M. et al. An intelligent shopping support robot: understanding shopping behavior from 2D skeleton data using GRU network. **Robomech J** (2019) 6:18.
- JANSEN, J. e MERWE, A. V. D. A Framework for Industrial Internet of Things. © **IFIP International Federation for Information Processing 2020** Published by Springer Nature Switzerland AG 2020 M. Hattings et al. (Eds.): I3E 2020, LNCS 12066, (2020): pp. 138–150.
- JITHIN V. et al. Views of Irish Farmers on Smart Farming Technologies: An Observational Study. **AgriEngineering** 2019, 1, 164–187.
- KAMIENIECKY, G. et al. Emerging use of Industrial Internet of Things (IIoT). **Investcorp investment insights** (2019): 1-22.
- KHANZODE, K. C. A & Sarode, R. D. EVOLUTION OF THE WORLD WIDE WEB: FROM WEB 1.0 TO 6.0. **International Journal of Digital Library Services** Vol. 6, April - June 2016, Issue – 2: 1-11.
- KHARCHENKO, V. S. **Internet of Things for Industry and Human Applications**. Volume 1. Fundamentals and Technologies (ed.) – Ministry of Education and Science of Ukraine, National Aerospace University KhAI, 2019. - 605p.
- KUMAR, S. et al. An IoT-Based Smart Water Microgrid and Smart Water Tank Management System. **Advances in Intelligent Systems and Computing** 906, (2019): Pp. 417-431. Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2019.
- LANGLEY, D. J. et al. The Internet of Everything: Smart things and their impact on business models. **Elsevier Journal of Business Research**, (2020): 1-12.
- LI, J. et al. Rethinking the Framework of Smart Water System: A Review. **Water** 2020, 12.
- LIBELIUM. **50 Sensor Applications for a Smarter World**, 2015.
- LITMAN, T. Understanding Smart Growth Savings. **Victoria Transport Policy Institute**. 250-508-5150 (2020).
- LIU, Y. et al. Unmanned Aerial Vehicle for Internet of Everything: Opportunities and Challenges. **arXiv:2003.13311v2** [cs.NI] 12 (Apr 2020): 1-21.

- MANCINI, M. *Internet das Coisas: História, Conceitos, Aplicações e Desafios*. **Universidade Presbiteriana Mackenzie**, 2018: 1-9.
- MATTA, P. e PANT, B. *Internet of Things: Genesis, Challenges and Applications*. **Journal of Engineering Science and Technology** Vol. 14, No. 3 (2019): 1717 – 1750.
- McLEAN, J. *Frontier Technologies and Digital Solutions: Digital Ecosystems, Open Data and Wishful Thinking*. **Anthropocenes – Human, Inhuman, Posthuman**, 1(1): 4. (2020): 1-5.
- MIRAZ, M. et al. *Internet of Nano-Things, Things and Everything: Future Growth Trends*. **Future Internet** 2018, 10, 68.
- MOHAMMED, Z. K. A. e AHMED, E. S. A. “Internet of Things Applications, Challenges and Related Future Technologies”. **WSN** 67(2) (2017) Pp. 126-148 EISSN 2392-2192.
- MUTEBA, F. et al. *A comparative Survey Study on LPWA IoT Technologies: Design, considerations, challenges and solutions*. **Elsevier, ScienceDirect Procedia Computer Science** 155 (2019): 636–641.
- NILKANTHSING, V. I. *Dynamic Orchestration of Security Services at Fog Nodes for 5G IoT*. **IEEE International Conference on Communication 2020** – Virtual.
- ONDAY, O. *Web 6.0: Journey From Web 1.0 To Web 6.0*. **Journal of Media Managem**, Volume 1 | Issue 1 (2019): 1-6.
- PRIYATHARSHINI, R. J. et al. *Smart Farming System Using Sensors for Agricultural Task Automation*. **2015 IEEE International Conference on Technological Innovations in ICT for Agriculture and Rural Development (TIAR 2015)**, Pp. 49-53.
- RAHAMAN, A. et al. *Developing IoT Based Smart Health Monitoring Systems: A Review*. **Revue d'Intelligence Artificielle** Vol. 33, No. 6, December, 2019, pp. 435-440.
- REN, J. et al. *Information Exposure From Consumer IoT Devices: A Multidimensional, Network-Informed Measurement Approach*. © 2019 **Association for Computing Machinery**. ACM ISBN 978-1-4503-6948-0/19/10.
- SETHI, P. e SARANGI, S. R. *Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications*. **Journal of Electrical and Computer Engineering** Volume 2017, Article ID 9324035.
- SHAFIQUE, K. et al. *Internet of Things (IoT) for Next-Generation Smart Systems: A Review of Current Challenges, Future Trends and Prospects for Emerging 5G-IoT Scenarios*. **Digital Object Identifier 10.1109/ACCESS**. 2020.2970118, IEEE Access, (2020): pp. 23022-23040.

- SHOJAFAR, M. e SOOKHAK, M. Internet of everything, networks, applications, and computing systems (IoENACS). **International Journal of Computers and Applications**, 42:3, (2020): 213-215.
- SOLIS, J. W. C. **A human centric approach to the Internet of Things**. Doctoral Thesis, University of Birmingham August 2018.
- SMITH, C. **Introducing Foxit PDF SDK for Web**, 2019.
- SRINIVASAN, C. R. et al. A Review on the Different Types of Internet of Things (IoT). **Journal of Advanced Research in Dynamical & Control Systems**, Vol. 11, No. 1, 2019: 154-158.
- STEFANIZZI, M. L. et al. COIN: Opening the Internet of Things to People's Mobile Devices. **IEEE Communication Magazine**, vol. 55, no. 2 (FEBRUARY 2017): Pp. 20-26.
- TAHIRI, N. et al. An intelligent shopping list based on the application of partitioning and machine learning algorithms. **PROC. OF THE 18th PYTHON IN SCIENCE CONF.** (SCIPY 2019) Pp. 85-92.
- TISSAOUI, A. & Saidi, M. Uncertainty in IoT for smart Healthcare:Challenges,and Opportunities. **Conference: 18th International Conference On Smart Living and Public Health At: 24th - 26th June 2020, Hammamet, Tunisia.** 1-9.
- TSOUMANIS, G. et al. Implementation of a Topology Independent MAC (TiMAC) Policy on a Low-Cost IoT System. **Future Internet 2020**, 12, 86.
- TUKADE, T. M. e BANAKAR, R. M. Data Transfer Protocols in IoT-An Overview. **International Journal of Pure and Applied Mathematics** · January 2018.
- UPPALAPATI, K. **How IoT Protocols and Standards Support Secure Data Exchange in the IoT Ecosystem?**, 2019.
- VANDOME, N. **Smart Homes in easy steps**. Copyright © 2018 by In Easy Steps Limited. United Kingdom · CV32 4LY.
- XU, L. et al. Stay Ahead of Poachers: Illegal Wildlife Poaching Prediction and Patrol Planning Under Uncertainty with Field Test Evaluations. **arXiv:1903.06669v3** [stat.AP] 6 Nov 2019.
- YUAN, D. et al. Intrusion Detection for Smart Home Security Based on Data Augmentation with Edge Computing. **IEEE International Conference on Communication 2020** – Virtual.
- ZAVRATNIK, V. et al. Smart Villages: Comprehensive Review of Initiatives and Practices. **Sustainability 2018**.
- ZHANG, Y. et al. Understanding the Use of Crisis Informatics Technology among. **arXiv:2001.02705v2** [cs.HC] 21 Jan 2020.

**The Law, State and Telecommunications Review / Revista de Direito, Estado e
Telecomunicações**

Contact:

Universidade de Brasília - Faculdade de Direito - Núcleo de Direito Setorial e Regulatório
Campus Universitário de Brasília
Brasília, DF, CEP 70919-970
CAIXA Postal 04413

Phone: +55(61)3107-2683/2688

E-mail: getel@unb.br

Submissions are welcome at: <https://periodicos.unb.br/index.php/RDET>