

ESCOLA POLITÉCNICA DE PERNAMBUCO

GABRIEL AZEVEDO MOREIRA COSTA PINHEIRO

INTERNET DAS COISAS

RECIFE
2021

“Everything that can be automated will be automated.” — Robert Cannon

Sumário:

Capítulo 2	3
2.1 Importância.....	3
2.2 O que é IoT?.....	3
2.3 História.....	4
2.4 Conceitos.....	5
2.5 Métodos e Ferramentas.....	6
2.5.1 IPV6.....	7
2.6 Aplicações.....	7
2.7 Cases/Empresas.....	9
2.8 Desafios.....	10
2.9 Futuro.....	11
Referências.....	13

Capítulo 2:

2.1 Importância

A evolução da tecnologia cada vez mais modifica e evolui a forma que a humanidade interage com o mundo ao seu redor. A Internet das Coisas, ou IoT, é intrinsecamente ligada a essa realidade, que tem o objetivo de conectar objetos do dia-a-dia à rede, permitindo interações nunca antes vistas, como a automatização de casas e automóveis.

No âmbito dos negócios, a IoT fornece às empresas uma visão em tempo real de como seus sistemas realmente funcionam, fornecendo percepções sobre tudo, desde o desempenho das máquinas até a cadeia de suprimentos e operações de logística. A IoT permite que as empresas automatizem processos e reduzam os custos de mão de obra. Ele também reduz o desperdício e melhora a entrega de serviços, tornando mais barato a fabricação e entrega de mercadorias, além de oferecer transparência nas transações dos clientes.

É evidente que a evolução dessa tecnologia acarreta e acarretará mudanças significativas na sociedade, com o grande volume de informações que é gerado e os diferentes objetos que hoje em dia são conectados à internet, diferentes desafios se apresentam dia após dia.

“Quando falamos sobre a Internet das Coisas, não se trata apenas de colocar etiquetas RFID em alguma coisa idiota para que nós, pessoas inteligentes, saibamos onde está essa coisa idiota. Trata-se de incorporar inteligência para que as coisas se tornem mais inteligentes e façam mais do que foi proposto.” (NEGROPONTE, Nicholas)

2.2 O que é IoT?

Internet das coisas é um conceito recente que envolve a criação de uma rede global de máquinas e dispositivos do dia-a-dia que são capazes de se comunicar e compartilhar dados através da internet. Isso pode incluir qualquer aparelho que se possa imaginar, desde relógios, fechaduras, geladeiras e diversos outros objetos. Também podem ser usados em aplicações mais profissionais, como hospitais, com dispositivos médicos colhendo mais informações de forma ágil ou em indústrias.

Quando estiver pensando em IoT, deve-se ter em mente a ideia, “qualquer dispositivo pode ser interconectado com outros dispositivos”. A IoT está pronta para

novas e criativas ideias para adicionar às tarefas já em uso. Imagine um alarme acordando você às 6h da manhã e, ao mesmo tempo, sinalizando para sua cafeteira ligar e começar a preparar o café. Imagine sua impressora sabendo quando você está com pouco papel e pedindo mais papel automaticamente. Imagine o relógio em seu pulso dizendo onde você foi mais produtivo enquanto estava no trabalho. A IoT pode ser usada para organizar coisas como redes de transporte. As “cidades inteligentes” podem usá-lo para reduzir o desperdício e maximizar o uso eficiente de energia.

O campo evoluiu devido à convergência de várias tecnologias, incluindo computação ubíqua, sistemas embarcados cada vez mais poderosos e aprendizado de máquina. Os campos tradicionais de sistemas embarcados, redes de sensores sem fio, sistemas de controle, automação (incluindo automação residencial e predial), habilita de forma independente e coletiva a Internet das coisas. No mercado consumidor, esse conceito é principalmente utilizado quando se é falado de casas inteligentes.

2.3 História

O conceito de uma rede de dispositivos inteligentes já era discutido em 1982, com uma máquina de venda automática da Coca-Cola modificada na Universidade de *Carnegie Mellon* se tornando o primeiro aparelho conectado à ARPANET (primeira rede de computadores, construída em 1969), capaz de relatar seu estoque e se as bebidas recém carregadas estavam geladas ou não.

Contudo, o primeiro dispositivo considerado IoT foi uma torradeira elétrica que podia ser ligada e desligada através da internet, criada por John Romkey em 1990 para a conferência *October '89 INTEROP*, porém o termo Internet das Coisas demorou 9 anos para ser criado.

O termo “Internet das Coisas” foi citado pela primeira vez por Kevin Ashton, diretor executivo do Auto-ID Labs, em 1999 durante uma apresentação para a P&G. Em 2009, Ashton disse o seguinte:

Hoje os computadores e, portanto, a Internet, são quase totalmente dependentes de seres humanos para obter informações. Quase todos os cerca de 50 petabytes (um petabyte equivale a 1.024 terabytes) de dados disponíveis na Internet foram primeiro capturados e criados por seres humanos digitando, pressionando um botão de gravação, tirando uma foto digital ou digitalizando um código de barras. O problema é que as pessoas têm tempo, atenção e precisão limitados. Tudo isso significa que eles não são muito bons em capturar dados sobre coisas do mundo real. Se tivéssemos computadores que soubessem tudo que há para saber sobre as coisas, usando os dados que eles coletaram sem nenhuma ajuda nossa, seríamos capazes de rastrear e contar tudo e reduzir muito o desperdício, a

perda e o custo. Saberíamos quando as coisas precisassem ser substituídas, reparadas ou recuperadas e se estavam novas ou ultrapassadas.

(ASHTON, Kevin. 2009)

É notável que sua concepção de Internet das Coisas já é algo altamente praticado hoje em dia por objetos que utilizam essa ideia no seu funcionamento. Na época, ele acreditava que as etiquetas de identificação por radiofrequência eram necessárias para a Internet das Coisas, ele propôs que se todos os dispositivos fossem identificados com essas etiquetas, os computadores poderiam gerenciar, localizar e armazená-los. Por um bom tempo, essas etiquetas(RFID) foram utilizadas para conectar os objetos, mas hoje em dia tecnologias como internet sem fio, Bluetooth e GPS fazem esse papel.

2.4 Conceitos

Para o funcionamento de um dispositivo que utilize a idéia de internet das coisas, é necessário o uso de alguns componentes e conceitos detalhados a seguir:

Sensores ou Dispositivos: Coletam dados do ambiente, como medições de temperatura, áudio ou vídeo. Pode ser apenas um sensor, um conjunto de sensores ou um dispositivo que possui sensores, como um smartphone, o principal é que dados sejam coletados por algo.

Conectividade: Os sensores ou dispositivos devem enviar os dados coletados para a nuvem através de dados móveis, Wi-Fi, Bluetooth, ethernet ou outras formas de conexão, sendo necessário escolher o método mais adequado para o dispositivo em questão.

Processamento de dados: O software processa os dados enviados à nuvem. Isso pode ser simples, como checar se a temperatura está num nível adequado ou algo mais complexo, como identificar objetos em um vídeo ou imagem.

Interface de Usuário: Após o processamento dos dados, o usuário precisa receber a informação de alguma forma útil. Isso pode ser feito a partir de um SMS avisando quando a comida de sua geladeira estiver acabando, ou um streaming de vídeo da sua residência durante uma invasão. Em alguns casos, o usuário também consegue interagir com seus dispositivos através da interface, por exemplo apagando a luz de um cômodo ou ajustando sua temperatura.

“Se pensarmos na relação entre software e hardware, a Inteligência Artificial flui principalmente do software para o hardware, assim como a mente

humana controla o corpo. O reconhecimento processado pelo Machine Learning direciona hardware e outros softwares. Ao contrário, na Internet das Coisas, o processamento de hardware para software é o processo principal, e a enorme quantidade de big data coletada por sensores é analisada por software. ”

(HAQUE, Enamul. The Ultimate Modern Guide to Artificial Intelligence)

Sendo assim, um sistema IoT possui sensores ou dispositivos que coletam dados e os enviam para a nuvem, onde eles são processados e alguma ação é feita pelo software, também sendo possível a interação do usuário para fazer determinadas ações com os dados coletados pelo sistema.

2.5 Métodos e Ferramentas

As ferramentas de criação de IoT são o principal componente no ecossistema, qualquer dispositivo IoT deve permitir conexão com outros dispositivos para troca de informações, e essas ferramentas ajudam nesse caso. Esses são algumas das maiores ferramentas de criação de IoT:

Zetta: Zetta é uma plataforma IoT baseada em Node.js. É considerado um kit de ferramentas completo para fazer APIs HTTP para dispositivos. Zetta combina APIs REST, WebSockets para fazer aplicativos intensivos de dados e em tempo real. Ela permite que os desenvolvedores montem aplicativos de smartphones, aplicativos de dispositivos e aplicativos em nuvem.

Arduino: Oferecendo uma combinação apropriada de hardware e software IoT, o Arduino é uma plataforma IoT simples de usar. Ele opera por meio de uma série de especificações de hardware que podem ser utilizadas em circuitos interativos. O software do Arduino é composto pela linguagem de programação Arduino e do seu IDE.

Node-RED: Node-RED é uma ferramenta visual para conectar dispositivos IoT, ou seja, conectar dispositivos de hardware, APIs e serviços online. Construído em Node.js, Node-RED se descreve como "um meio visual para conectar a Internet das Coisas." Ele fornece aos desenvolvedores meios para conectar dispositivos, serviços e APIs usando um editor de fluxo baseado em navegador.

Flutter: Flutter é um núcleo de processador programável para projetos eletrônicos, projetado para estudantes e engenheiros. Esta placa baseada em Arduino inclui um transmissor sem fio que funciona até 800 metros de distância. Além disso, você não

precisa de um roteador; placas flutter podem interagir umas com as outras rapidamente.

M2MLabs Mainspring: M2MLabs Mainspring é um framework para o desenvolvimento de aplicativos *machine to machine* (M2M), como controle remoto ou terminal inteligente. Suas instalações incluem design flexível de dispositivos, estrutura de dispositivos, conexão entre máquinas e aplicativos, validação e normalização de dados, repositório de dados de longo prazo e funções de recuperação de dados. É baseado em Java e no banco de dados Apache Cassandra NoSQL. Os aplicativos M2M podem ser modelados em horas em vez de semanas e, subsequentemente, passados para um ambiente de execução de alto desempenho feito em cima de um servidor J2EE padrão e o banco de dados Apache Cassandra altamente escalável.

2.5.1 IPV6

O IPV6 é a mais nova versão do protocolo de internet, lançado publicamente em 2011. O seu objetivo era substituir o IPV4 e solucionar o problema de poucos endereços de IP, pois a quantidade de endereços suportada pelo IPV4 estava chegando ao fim.

Dispositivos na internet são atribuídos a um endereço IP exclusivo para identificação e localização. Com o rápido crescimento da Internet após a comercialização na década de 1990, tornou-se evidente que seriam necessários muito mais endereços para conectar dispositivos do que o espaço de endereços que o IPV4 tinha disponível.

O novo protocolo permite 2^{128} (aproximadamente 340 undecilhões) endereços. Poderíamos atribuir um endereço IPV6 a cada átomo na superfície da Terra e ainda ter endereços suficientes para fazer mais de 100 Terras (Steven Leibson).

Como cada máquina na internet precisa de um endereço IP, a vinda do IPV6 ajudou muito no desenvolvimento de tecnologias IoT, sem ele não seria possível a constante evolução da tecnologia, pois não seria possível serem criados tantos objetos conectados à internet.

2.6 Aplicações

A internet das coisas já faz parte do dia-a-dia de inúmeras pessoas, mesmo que elas não saibam, aqui estão algumas das mais significantes aplicações:

Assistentes virtuais: Assistentes virtuais como a Siri da Apple e a Alexa da Amazon são uns dos mais utilizados dispositivos IoT, eles são uma forma de permitir a conexão do usuário com outros dispositivos IoT, facilitando o uso da tecnologia.

Dispositivos vestíveis: Dispositivos como relógios, óculos e fones de ouvido hoje em dia já são usados como dispositivos IoT, muitas vezes ajudando na qualidade de vida do usuário, como monitoramento cardíaco e outras formas de garantir uma boa saúde.

Segurança: Dispositivos IoT revolucionaram a forma de se fazer segurança. Com campainhas, sensores, alarmes, luzes, microfones e câmeras todos conectados à internet, o usuário pode controlar a segurança de sua casa ou estabelecimento de qualquer lugar do mundo, através do seu smartphone, podendo até mesmo criar sistemas de acionamento da polícia utilizando esses dispositivos.

Medicina: Dispositivos pessoais como os smartwatches ajudam o usuário a ter um controle da sua saúde, inclusive com maiores dados para mostrar para médicos caso necessário. IoT também pode ser usado dentro dos hospitais por exemplo para localizar equipamentos médicos e agilizar o funcionamento geral.

Transporte: Possível monitorar dados como velocidade de trens, localização em tempo real de veículos, monitorar veículos na rua para reduzir problemas como acidentes e congestionamentos.

Casas Inteligentes: Economia de energia, otimização de tempo e segurança são alguns dos benefícios das casas inteligentes, que utilizam diversos aparelhos IoT conectados para cumprir certos objetivos.

Cuidado com idosos e deficientes: Uma das principais aplicações de uma casa inteligente é fornecer assistência para pessoas com deficiência e idosos. Esses sistemas domésticos usam tecnologia assistiva para acomodar as deficiências específicas do proprietário. O controle de voz pode ajudar os usuários com limitações de visão e mobilidade, enquanto os sistemas de alerta podem ser conectados diretamente aos implantes usados por usuários com deficiência auditiva. Eles também podem ser equipados com recursos de segurança adicionais. Esses recursos podem incluir sensores que monitoram emergências médicas, como quedas ou convulsões. A tecnologia de casa inteligente aplicada desta forma pode fornecer aos usuários mais liberdade e uma maior qualidade de vida.

2.7 Cases/Empresas

Graças a IoT, coisas como cidades inteligentes, casas inteligentes, fábricas inteligentes e automações de veículos se tornaram possíveis, combinando o mundo físico com o mundo virtual. Algumas das principais empresas que estão moldando o campo são as seguintes:

ScienceSoft (EUA e Europa): A ScienceSoft projeta software de IoT seguro e escalonável, incluindo soluções para os campos da medicina (IoMT), industrial (IIoT), cidades inteligentes, produtos conectados e muito mais.

iTechArt (EUA): A iTechArt é uma empresa de desenvolvimento de software personalizado com forte foco no fornecimento de soluções de IoT ricas em recursos e seguras para startups e empresas de tecnologia de rápido crescimento. Do rastreamento GPS à construção de soluções inteligentes e seguras para casa.

Huawei (China): A Huawei é conhecida por seus telefones, tablets e laptops. Para IoT, ela fornece soluções inteligentes de água, Detecção de Fumaça, Edifício Inteligente, Fábrica Inteligente, Detecção de Gás, Elevadores, Estacionamento Inteligente, Gás Inteligente, etc.

Alibaba (China): Seu principal objetivo é possibilitar a conexão de dispositivos e seres humanos por meio da fala. Desse modo, mesmo que você esteja dirigindo um carro, ainda pode interagir com ele sem ter de olhar ou tocar na tela. Atualmente o Alibaba está trabalhando em conjunto com o grupo SAIC para investir no ramo automobilístico. O objetivo é criar uma forma de operar um sistema inteligente por meio da fala, disponibilizando navegação, karaokê, músicas, jogos, entre outros.

DHL (Alemanha): Fundada em 1969 em Bona, na Alemanha, a DHL, empresa do setor de logística internacional e correio expresso, anunciou, no fim de 2018, planos de implantar tecnologias emergentes em grande parte de suas instalações na América do Norte, como parte de um investimento de US\$ 300 milhões. As equipes internas da DHL fizeram inúmeras pesquisas para descobrir as necessidades dos clientes e investir em internet industrial para resolvê-las de uma vez. Por meio de robôs colaborativos que realizam picking (processo de separação e preparação dos pedidos), aplicativos de inteligência artificial e veículos autônomos, a empresa quer fornecer tempos de entrega mais rápidos, a fim de gerenciar com eficiência as demandas flutuantes.

2.8 Desafios

Levando em conta toda a logística e a conectividade dos dispositivos à internet, alguns desafios ainda se tornam presentes no campo de estudo, são eles:

Conectividade dos dispositivos: Sensores e dispositivos que são conectados e se comunicam por meio da infraestrutura da Internet das Coisas podem precisar atualizar seus recursos para serem adequados às mudanças dos ambientes circundantes. A Internet das Coisas é uma tecnologia que ajuda todos os dispositivos conectados a se atualizarem de acordo com as mudanças no ambiente que estão e a poderem ser adotados e trabalhar em qualquer outro ambiente com alta precisão. Como resultado, os sistemas inteligentes podem ser produzidos se a infraestrutura inteligente for bem projetada para tratar os dados coletados dos dispositivos corretamente, para tomar as decisões necessárias.

Privacidade e segurança: A ideia principal de usar a Internet das Coisas é ter um sistema inteligente e conectar bilhões de dispositivos em todo o mundo. Conectar um número tão grande de dispositivos exige altos níveis de segurança para evitar golpes e permitir um alto nível de proteção de dados. Os cibercriminosos não precisam acessar fisicamente um dispositivo IoT para acessar materiais confidenciais. Eles podem simplesmente entrar em uma das muitas vulnerabilidades de segurança encontradas. Muitos dispositivos IoT têm senhas padrão deixadas inalteradas, software sem patch e outras vulnerabilidades de segurança importantes. Como resultado, alcançar um alto nível de segurança é um grande desafio para obter a confiança necessária de indústrias e indivíduos para compartilhar seus dados utilizando a Internet das Coisas.

Big Data: Um dos desafios mais importantes do uso da Internet das Coisas é o enorme crescimento dos dados transmitidos entre os dispositivos conectados. As três fontes básicas de dados são: o banco de dados usado no processo de negócios, as atividades humanas diárias como e-mail e redes sociais e a conexão de dispositivos físicos, como câmeras e microfones. Vale ressaltar que 90% de todos os dados do mundo foram gerados nos últimos 2 anos. Isso torna mais desafiador para os designers de infraestrutura da Internet das Coisas lidarem com o crescimento dos dados gerados.

Banda larga limitada: À medida que o tamanho do mercado de IoT cresce exponencialmente, alguns especialistas estão preocupados que os aplicativos de IoT que consomem muita banda larga, como streaming de vídeo, em breve precisem lutar por espaço no modelo cliente-servidor atual da IoT. Isso ocorre porque o modelo cliente-servidor usa um servidor centralizado para autenticar e direcionar o tráfego nas redes IoT. No entanto, à medida que mais e mais dispositivos começam a se conectar a essas redes, eles geralmente lutam para suportar a carga.

Uso de energia elétrica: Devido a grande quantidade de dispositivos conectados na internet se comunicando e compartilhando dados, o consumo de energia aumentou muito. Sendo assim, um dos desafios da tecnologia é reduzir a energia utilizada pelos aparelhos. A principal tendência hoje em dia é reduzir o tamanho dos dispositivos conectados e, com isso, o consumo de energia também deve diminuir.

2.9 Futuro

De acordo com Romil Bahl, CEO da KORE, uma das principais empresas de IoT atualmente, algumas das principais projeções para o futuro da Internet das Coisas são uma maior integração com inteligência artificial e um avanço no campo da medicina.

A IoT resulta em fluxos de dados que requerem um conjunto muito diferente de recursos de gerenciamento e análise de dados. A aplicação de inteligência artificial e aprendizado de máquina se tornará comum porque serão necessários para lidar com todos os dados de streaming gerados por indústrias e consumidores. Um exemplo prático de AIoT atualmente no mercado é a indústria de frotas. Câmeras e sistemas na cabine monitoram o comportamento do motorista para ajudar a prevenir uma direção insegura. Com o AIoT, o próprio sistema viola comportamentos de direção inseguros (sonolência, distração ao dirigir, uso de telefone celular) e fornece alertas em tempo real ao motorista.

Ajudados pela pandemia, alguns setores viram uma aceleração na adoção da IoT. A saúde conectada será um grande vencedor na próxima década.

Essa década verá wearables de nível médico. Eu prevejo que o mercado de sistema de resposta de emergência pessoal móvel (mPERS) irá se fundir com o mercado de monitoramento remoto de pacientes (RPM) e o mercado de vestíveis médicos para medir sinais vitais e métricas e alertar o usuário final sobre flutuações preocupantes.

(BAHL, Romil. 2021)

Outra grande predição para o futuro da tecnologia é que, até 2025, são estimados que irão existir mais de 21 bilhões de dispositivos IoT conectados. Levando em perspectiva, em 2016 existiam aproximadamente 4.7 bilhões. A recente tecnologia 5G também abre espaço para a crescente quantidade de dispositivos conectados à internet, a tecnologia irá possibilitar uma grande melhoria na velocidade de conexão, possibilitando que dados coletados pelos dispositivos sejam analisados mais rapidamente.

Claro, com mais dispositivos conectados à rede e a melhoria na velocidade e qualidade de conexão, um dos maiores desafios é a segurança dos usuários, visto que com mais dispositivos online, maiores são as possibilidades de hackers encontrarem falhar e roubar informações e dados sigilosos de quem os utiliza.

“Apesar dos contínuos problemas de segurança, a IoT se espalhará e as pessoas se tornarão cada vez mais dependentes dela. O custo das violações será visto como o pedágio cobrado por acidentes de carro, que não persuadiram muitas pessoas a não dirigir. ”

(ADLER, Richard. 2017)

Sempre que ouço pessoas dizendo que a IA vai machucar as pessoas no futuro, eu acho, sim, a tecnologia geralmente pode ser usada para o bem e para o mal e você precisa ter cuidado ao construí-la ... se você está argumentando contra a IA, então você está argumentando contra carros mais seguros que não irão sofrer acidentes, e você está argumentando contra ser capaz de diagnosticar melhor as pessoas quando elas estão doentes.

(ZUCKERBERG, Mark. 2017)

É evidente que a Internet das Coisas é um conceito que promete revolucionar a forma como vivemos em sociedade, no futuro a tecnologia deve estar presente em qualquer área de atuação e boa parte dos lares, porém para isso é necessário cautela, o aumento da cibersegurança é fundamental para a adesão da tecnologia pela maior parte da população.

Referências:

ISMAIL, Yasser. **Introductory Chapter: Internet of Things (IoT) Importance and Its Applications**. Disponível em: <<https://www.intechopen.com/chapters/69788>>. Acesso em 14 de dezembro de 2021.

DONALDSON, Jim. **Why is the Internet of Things Important to our Everyday Lives?** Disponível em: <<https://mojix.com/internet-of-things-everyday-lives/>>. Acesso em 14 de dezembro de 2021.

D. FOOTE, Keith. **A Brief History of the Internet of Things**. Disponível em: <<https://www.dataversity.net/brief-history-internet-things/#>>. Acesso em 14 de dezembro de 2021

HARWOOD, Trevor. **Internet of Things (IoT) History**. Disponível em: <<https://www.postscapes.com/iot-history/>>. Acesso em 14 de dezembro de 2021

LEVEREGE. **Introduction to IoT**. Disponível em: <<https://www.leverage.com/iot-ebook/how-iot-systems-work#>>. Acesso em 14 de dezembro de 2021.

ASHTON, Kevin et al. **That ‘internet of things’ thing**. RFID journal, v. 22, n. 7, p. 97-114, 2009.

ASME. **10 Best IoT Examples in 2020**. Disponível em: <<https://www.asme.org/topics-resources/content/10-best-iot-examples-in-2020>>. Acesso em 14 de dezembro de 2021.

NEC. **IoT in Transportation – 5 applications of IoT technology in Transportation**. Disponível em: <<https://www.nec.co.nz/market-leadership/publications-media/iot-in-transportation-5-applications-of-iot-technology-in-transportation/>>. Acesso em 15 de dezembro de 2021.

BAHL, Romil. **Future predictions: The next decade of IoT**. Disponível em: <<https://www.bizjournals.com/atlanta/news/2021/01/06/future-predictions-the-next-decade-of-iot.html>>. Acesso em 15 de dezembro de 2021.

SYMANOVICH, Steve. **The future of IoT: 10 predictions about the Internet of Things**. Disponível em: <<https://us.norton.com/internetsecurity-iot-5-predictions-for-the-future-of-iot.html>>. Acesso em 15 de dezembro de 2021

MONSTARLAB. **The Future of IoT: Security and Privacy Focused**. Disponível em: <<https://monstar-lab.com/global/expertinsights/the-future-of-iot-security-and-privacy-focused/>>. Acesso em 15 de dezembro de 2021.

GEEKFLARE EDITORIAL. **12 Open Source Internet of Things (IoT) Platforms and Tools**. Disponível em: <<https://geekflare.com/iot-platform-tools/>>. Acesso em 15 de dezembro de 2021.

SOFTWARE TESTING HELP. **TOP 11 Best Internet Of Things (IoT) Companies To Watch In 2022**. Disponível em: <<https://www.softwaretestinghelp.com/top-iot-companies/>>. Acesso em 15 de dezembro de 2021.

CEDRO TECHNOLOGIES. **5 empresas e suas inovações revolucionárias em IoT**. Disponível em: <<https://blog.cedrotech.com/5-empresas-e-suas-inovacoes-revolucionarias-em-iot>>. Acesso em 15 de dezembro de 2021.

WIKIPEDIA. **Internet of things**. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things>. Acesso em 15 de dezembro de 2021.

GILLIS, Alexander S. **What is internet of things (IoT)?**. Disponível em: <<https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT>>. Acesso em 15 de dezembro de 2021

BEGAN, Kate. **5 challenges still facing the Internet of Things**. Disponível em: <<https://www.iot-now.com/2020/06/03/103228-5-challenges-still-facing-the-internet-of-things/>>. Acesso em 15 de dezembro de 2021.

WIKIPEDIA. **IPv6**. Disponível em: <<https://en.wikipedia.org/wiki/IPv6>>. Acesso em 16 de dezembro de 2021.

CHAKRAY. **What is the Internet of Things (IoT) and what challenges does it pose?**. Disponível em: <<https://www.chakray.com/what-is-internet-of-things-and-what-challenges-does-it-pose/>>. Acesso em 16 de dezembro de 2021.