



Arquitetura da Internet das Coisas

Unidade 5 | Capítulo 2



Executores:



INSTITUTO FEDERAL
Piauí



INSTITUTO FEDERAL
Rio Grande do Norte



INSTITUTO FEDERAL
Maranhão



INSTITUTO FEDERAL
Ceará



Coordenação:



Iniciativa:



Sumário

Introdução	3
Tecnologias de Comunicação em IoT	3
Modelos em Camadas de IoT	12
Conclusão	18
Referências	19

Introdução

Olá, estudantes! O objetivo deste material é apresentar a Arquitetura da Internet das Coisas.

A Internet das Coisas é uma infraestrutura baseada em várias tecnologias que provê serviços para cidades, transporte, energia, indústria, edificações, dentre outros. Neste e-book, iremos explorar um pouco mais os assuntos que tratam da arquitetura da Internet das Coisas.

Estudaremos duas arquiteturas diferentes da apresentada na videoaula do Capítulo 2. Essa abordagem mostra que a Internet das Coisas, um sistema complexo, pode ser analisada de várias formas. Os modelos aqui complementam o conteúdo das aulas, e materiais adicionais nas referências serão sugeridos para aprofundar os estudos.

Apresentamos dois modelos arquiteturais para IoT: o primeiro com quatro camadas — sensoriamento, infraestrutura de rede, processamento de dados e aplicações; e o segundo com sete camadas no modelo de referência da IoT. Concluímos o material após essa apresentação.

Nunca é demais lembrar, revisem todo o material deste capítulo com muita atenção e façam as atividades propostas na plataforma. É a sua chance de entender como a IoT está transformando o nosso dia a dia e aplicar esse conhecimento em projetos reais. Contamos com a sua participação ativa nessa jornada de aprendizado. Vamos em frente!

Tecnologias de Comunicação em IoT

A Internet das Coisas (IoT) aproveita recursos de **identificação, coleta de dados, processamento e comunicação** para oferecer serviços em uma vasta gama de aplicações, garantindo **segurança, autenticidade e privacidade** [1].

As “coisas” podem ser qualquer tipo de objeto, como televisores, roupas, pessoas, livros, entre outros. Cada “coisa” deve ser identificada de forma única para possibilitar a comunicação entre elas. Quando uma “coisa” é corretamente identificada, é chamada de objeto conectado. Esta tecnologia permite criar uma “*Web of Things*”, ou seja, uma rede de objetos físicos que se comunicam por enlaces de rádio.

As características de rede e comunicação dos objetos da IoT são distintas de outros nós computacionais. Normalmente, os objetos conectados possuem limitações de custo, bateria, taxa de transmissão, alcance do rádio, além de capacidades de processamento e armazenamento de dados reduzidas.

Em suma, são dispositivos pequenos e simples que utilizam arquiteturas de rede e protocolos básicos. Uma característica importante é que os objetos conectados podem estar localizados em diversos ambientes, como dentro de prédios, áreas rurais, desertos, veículos em movimento, entre outros.

Do ponto de vista do planejamento e implementação de uma rede IoT, é crucial reconhecer que esses dispositivos podem ter diferentes requisitos de comunicação, assim como variações no poder computacional e capacidade de armazenamento.

Além disso, uma rede IoT pode ser instalada em uma localidade restrita ou em grandes áreas, como em aplicações de monitoramento ambiental e agricultura, o que torna o projeto dessas redes desafiador.

Para atender esses diversos requisitos de comunicação, é necessário adotar diferentes tecnologias de comunicação sem fio.

Por exemplo, para aplicações locais ou em áreas restritas, um projetista pode escolher entre tecnologias como LoRa, (LP) Wi-Fi, Zigbee, Z-Wave, RFID e Bluetooth [2]. Para aplicações em grandes áreas, a comunicação pode ser realizada via SIGFOX, LoRaWAN, GPRS, 5G, entre outras.

Portanto, a escolha da tecnologia de comunicação em um projeto de IoT depende das **características da aplicação**, do **tipo de objetos conectados** e **suas limitações**, além da **área de abrangência** da aplicação [3]. Cabe ao projetista identificar quais tecnologias são mais apropriadas para atender aos requisitos de comunicação e custo operacional da aplicação.

Para ilustrar as capacidades dos diferentes protocolos de comunicação,

nas próximas subseções apresentamos um quadro comparativo das tecnologias de comunicação, acompanhando de resumo de suas características no contexto da IoT.

Tecnologia	Frequência	Taxa de Transmissão	Alcance	Aplicações Principais
LoRa	868 MHz (Europa), 915 MHz (Américas)	0,3 kbps - 50 kbps	Até 15 km (rurais), até 5 km (urbanas)	Monitoramento de sensores ambientais, rastreamento de ativos, agricultura inteligente
LP Wi-Fi	2,4 GHz e 5 GHz	1 Mbps - 11 Mbps	50 - 100 metros (internos)	Automação residencial, câmeras de segurança, dispositivos vestíveis
Zigbee	908,42 MHz (Américas), 868,42 MHz (Europa)	Até 100 kbps	Aproximadamente 30 metros (internos)	Iluminação inteligente, sistemas de segurança, controle de HVAC
Z-Wave	908,42 MHz (Américas), 868,42 MHz (Europa)	Até 100 kbps	Aproximadamente 30 metros (internos)	Iluminação inteligente, sistemas de segurança, controle de HVAC
RFID	LF: 125-134 kHz, HF: 13,56 MHz, UHF: 860-960 MHz	Varia conforme a frequência e tipo de etiqueta	Alguns cm a vários metros	Logística, controle de acesso, rastreamento de inventário, identificação de animais
Bluetooth	2,4 GHz	Até 2 Mbps (Classic), até 1 Mbps (BLE)	10 - 100 metros	Dispositivos vestíveis, fones de ouvido sem fio, automação residencial, troca de dados móveis
SIGFOX	868 MHz (Europa), 915 MHz (Américas)	Até 100 bps	Até 50 km (rurais), até 10 km (urbanas)	Monitoramento de infraestrutura, sensores ambientais, rastreamento de ativos
LoRaWAN	868 MHz (Europa), 915 MHz (Américas)	0,3 kbps - 50 kbps	Até 15 km (rurais), até 5 km (urbanas)	Medição inteligente, rastreamento de ativos, monitoramento ambiental
GPRS	900 MHz, 1800 MHz, 1900 MHz	Até 114 kbps	Ampla cobertura (redes GSM)	Monitoramento de veículos, telemetria industrial, sistemas de ponto de venda móveis
5G	Sub-6 GHz, mmWave	>1 Gbps	Varia: menor para mmWave, maior para sub-6 GHz	Veículos autônomos, realidade aumentada/virtual, cidades inteligentes

Tabela única - Quadro comparativo das tecnologias de comunicação IoT

a) LoRa

LoRa (Long Range) é um protocolo de comunicação sem fio projetado para aplicações IoT que requerem transmissão de dados de longo alcance e baixo consumo de energia.

Ele opera na faixa de frequência sub-GHz (868 MHz na Europa, 915 MHz nas Américas) e oferece uma taxa de transmissão de dados entre 0,3 kbps e 50 kbps.

Seu alcance pode chegar a até 15 km em áreas rurais e 5 km em áreas urbanas. LoRa é ideal para aplicações que necessitam de comunicação esporádica de pequenas quantidades de dados, como monitoramento de sensores ambientais, rastreamento de ativos e agricultura inteligente.

● ASSISTA

O vídeo contém uma explicação rápida e clara sobre como a tecnologia LoRa permite a comunicação de longa distância com baixo consumo de energia, ideal para redes IoT:



<https://www.youtube.com/watch?v=00vOJhq6SMs>

b) (LP) Wi-Fi

O Wi-Fi de Baixa Potência (LP Wi-Fi) é uma variação do Wi-Fi tradicional projetada para dispositivos IoT que necessitam de comunicação com baixo consumo de energia.

Operando nas faixas de 2,4 GHz e 5 GHz, ele oferece taxas de transmissão de dados variando de 1 Mbps a 11 Mbps para LP Wi-Fi. O alcance típico é de 50 a 100 metros em ambientes internos.

É adequado para aplicações como automação residencial, câmeras de

segurança e dispositivos vestíveis, onde há necessidade de maior largura de banda para transmitir dados, mas com menor consumo de energia em comparação ao Wi-Fi tradicional.

c) Zigbee

Zigbee é um protocolo de comunicação sem fio baseado em padrões IEEE 802.15.4, projetado para redes de sensores e dispositivos IoT.

Operando na faixa de frequência de 2,4 GHz (globalmente) e 915 MHz (Américas), oferece taxas de transmissão de dados de até 250 kbps. O alcance é de aproximadamente 10 a 100 metros, dependendo do ambiente.

Zigbee é conhecido por seu baixo consumo de energia e capacidade de formar redes mesh, tornando-o ideal para automação residencial, controle industrial e monitoramento de energia.

◉ ASSISTA

Um vídeo detalhado que explora como o Zigbee opera, suas aplicações no mundo IoT, e como essa tecnologia permite comunicação eficiente entre dispositivos inteligentes.



<https://www.youtube.com/watch?v=QzOsS9PipLc&pp=ygUKWmlnYmVlIElvVA%3D%3D>

d) Z-Wave

Z-Wave é um protocolo de comunicação sem fio utilizado principalmente em automação residencial. Operando na faixa de frequência sub-GHz (908,42 MHz nas Américas, 868,42 MHz na Europa), ele oferece uma taxa de transmissão de dados de até 100 kbps e um alcance de aproximadamente 30 metros em ambientes internos.

Z-Wave é conhecido pela sua confiabilidade e baixa latência, além de suportar redes mesh, permitindo uma cobertura ampla e estável. É amplamente utilizado em iluminação inteligente, sistemas de segurança e controle de HVAC.

🕒 ASSISTA

Um vídeo educativo que explica o funcionamento do Z-Wave, suas principais características e a diferença entre ele e outras tecnologias de comunicação para IoT, como Zigbee e Wi-Fi:



https://www.youtube.com/watch?v=155_RhqlEbY&pp=ugMICgJwdBABGAHKBQpaLVdhdmUgSW9U

e) RFID

RFID (Radio-Frequency Identification) é uma tecnologia de comunicação sem fio utilizada para identificar e rastrear objetos usando ondas de rádio.

Operando em várias faixas de frequência (LF: 125-134 kHz, HF: 13,56 MHz, UHF: 860-960 MHz), as taxas de transmissão variam conforme a frequência e o tipo de etiqueta (ativa ou passiva). O alcance pode ser de alguns centímetros a vários metros.

RFID é amplamente utilizado em logística, controle de acesso, rastreamento de inventário e identificação de animais.

 ASSISTA

Um vídeo que explica o funcionamento do RFID, como essa tecnologia permite a comunicação sem fio de curto alcance e suas aplicações em sistemas IoT.



<https://www.youtube.com/watch?v=2Fk0obeEPHA&pp=ygUIUkZJRCBjb1Q%3D>

f) Bluetooth

Bluetooth é um protocolo de comunicação sem fio de curto alcance operando na faixa de frequência de 2,4 GHz. Oferece taxas de transmissão de dados de até 2 Mbps (Bluetooth Classic) e até 1 Mbps (Bluetooth Low Energy - BLE).

O alcance típico é de 10 a 100 metros, dependendo da versão e das condições ambientais. Bluetooth é amplamente utilizado em dispositivos vestíveis, fones de ouvido sem fio, automação residencial e troca de dados entre dispositivos móveis, destacando-se pelo baixo consumo de energia na versão BLE.

 ASSISTA

Uma introdução ao Bluetooth Low Energy (BLE), destacando sua eficiência no consumo de energia e suas aplicações em dispositivos IoT:



<https://www.youtube.com/watch?v=V4u6Wxa2Cqs&pp=yqU0Qmx1ZXRvb2ggQ0kxFlGlvdA%3D%3D>

g) SIGFOX

SIGFOX é uma rede de comunicação sem fio projetada especificamente para IoT, oferecendo conectividade de longo alcance com baixo consumo de energia.

Operando na faixa de frequência sub-GHz (868 MHz na Europa, 915 MHz nas Américas), proporciona uma taxa de transmissão de dados muito baixa, de até 100 bps, com um alcance que pode chegar a até 50 km em áreas rurais e 10 km em áreas urbanas.

IGFOX é ideal para aplicações que requerem comunicação esporádica de pequenas quantidades de dados, como monitoramento de infraestrutura, sensores ambientais e rastreamento de ativos.

● ASSISTA

Uma explicação completa sobre a tecnologia Sigfox, como ela permite comunicações de baixo custo e baixo consumo de energia em redes IoT:



<https://www.youtube.com/watch?v=1LAgjUIR1oQ&pp=ygUUc2lnZm94IGlvdCBwb3J0dWd1ZXM%3D>

h) LoRaWAN

LoRaWAN é uma especificação de rede de longo alcance baseada na tecnologia LoRa, projetada para redes de comunicação IoT.

Operando na faixa de frequência sub-GHz (868 MHz na Europa, 915 MHz nas Américas), oferece taxas de transmissão de dados de 0,3 kbps a 50 kbps e um alcance de até 15 km em áreas rurais e 5 km em áreas urbanas.

LoRaWAN suporta redes públicas e privadas, e é ideal para aplicações como

medição inteligente, rastreamento de ativos e monitoramento ambiental, destacando-se pela sua alta capacidade de penetração e longo alcance.

◉ ASSISTA

Um vídeo que discute as vantagens e desvantagens do Wi-Fi de baixa energia em aplicações IoT, comparando-o com outras tecnologias de comunicação.



<https://www.youtube.com/watch?v=7n8t62anxlQ&pp=ugMICgJwdBABGAHKBQ9XaS1GaSBsb3cgcG93ZXI%3D>

i) GPRS

GPRS (General Packet Radio Service) é uma tecnologia de comunicação sem fio baseada em redes GSM, projetada para transmitir dados em pacotes. Operando nas faixas de frequência de 900 MHz, 1800 MHz e 1900 MHz, oferece taxas de transmissão de dados de até 114 kbps. O alcance é amplo, cobrindo áreas atendidas por redes celulares GSM.

GPRS é amplamente utilizado em aplicações IoT que necessitam de conectividade móvel, como monitoramento de veículos, telemetria industrial e sistemas de ponto de venda móveis.

j) 5G

5G é a quinta geração de tecnologia de redes móveis, projetada para fornecer altas taxas de transmissão de dados, baixa latência e conectividade massiva para dispositivos IoT. Operando em várias faixas de frequência, incluindo sub-6 GHz e ondas milimétricas (mmWave), oferece taxas de transmissão de dados que podem ultrapassar 1 Gbps.

O alcance varia, sendo menor para ondas milimétricas e maior para frequências mais baixas. 5G é ideal para aplicações IoT que requerem alta velocidade e baixa latência, como veículos autônomos, realidade aumentada/virtual e cidades inteligentes.

Modelos em Camadas de IoT

Antes de apresentarmos os modelos que servirão de base para nosso estudo da arquitetura de Internet das Coisas, é importante definir **o que é essa arquitetura**.

Podemos considerar a arquitetura IoT como a infraestrutura que interliga objetos conectados, serviços de nuvem e protocolos para criar um ecossistema de Internet das Coisas. Nessa infraestrutura, encontramos sensores, atuadores, computadores de borda e outros elementos que permitem que a informação flua dos objetos físicos através de redes até a nuvem.

Uma aplicação IoT de sucesso necessita de uma **arquitetura eficiente e robusta**, o que implica uma **infraestrutura complexa**. Para facilitar o entendimento, utilizamos **modelos em camadas** para representar os elementos estruturais desse sistema. Neste documento, apresentaremos dois modelos.

O **primeiro modelo** consiste em quatro camadas: sensoriamento, rede, processamento de dados e aplicação. A camada de sensoriamento é o coração de um sistema de Internet das Coisas, incluindo sensores e atuadores que coletam e processam dados do mundo físico.

A camada de rede ou de transporte é responsável por movimentar os dados entre os elementos da arquitetura IoT. Nessa camada, são usados protocolos como HTTP, MQTT e CoAP para facilitar a comunicação entre dispositivos. Na camada de processamento de dados, os dados coletados são processados e analisados, gerando informações importantes para a aplicação. Por fim, na camada de aplicação, os usuários interagem com o sistema IoT por meio de aplicações ou dashboards.



Figura 1 - Modelo em quatro camadas do sistema IoT

A imagem mostra um diagrama que representa a jornada dos dados em um sistema tecnológico. Imagine uma pirâmide invertida. Na base, temos os sensores que coletam informações do mundo real (como um termômetro ou um sensor de movimento). Esses dados são enviados para uma rede (como a internet) e processados em servidores poderosos. Após o processamento, as informações são utilizadas para criar aplicativos que usamos no dia a dia, como redes sociais e aplicativos de bancos. Em resumo: A imagem mostra como os dados são coletados, processados e utilizados para criar os serviços digitais que usamos.

Fonte: adaptação realizada pelo autor

O **modelo de 7 camadas** para IoT é uma abordagem mais detalhada que oferece uma visão abrangente de como os diferentes componentes da IoT interagem [4]. As camadas são: Dispositivo (inclui sensores e atuadores), Conectividade (tecnologias de rede), Transporte (protocolos de transmissão de dados), Processamento de Dados (análise e processamento), Armazenamento (bancos de dados), Aplicação (interfaces e dashboards) e Gerenciamento de Segurança (políticas e protocolos de segurança). Este modelo ajuda a garantir que cada aspecto da IoT seja adequadamente tratado, desde a coleta de dados até a sua apresentação e segurança.

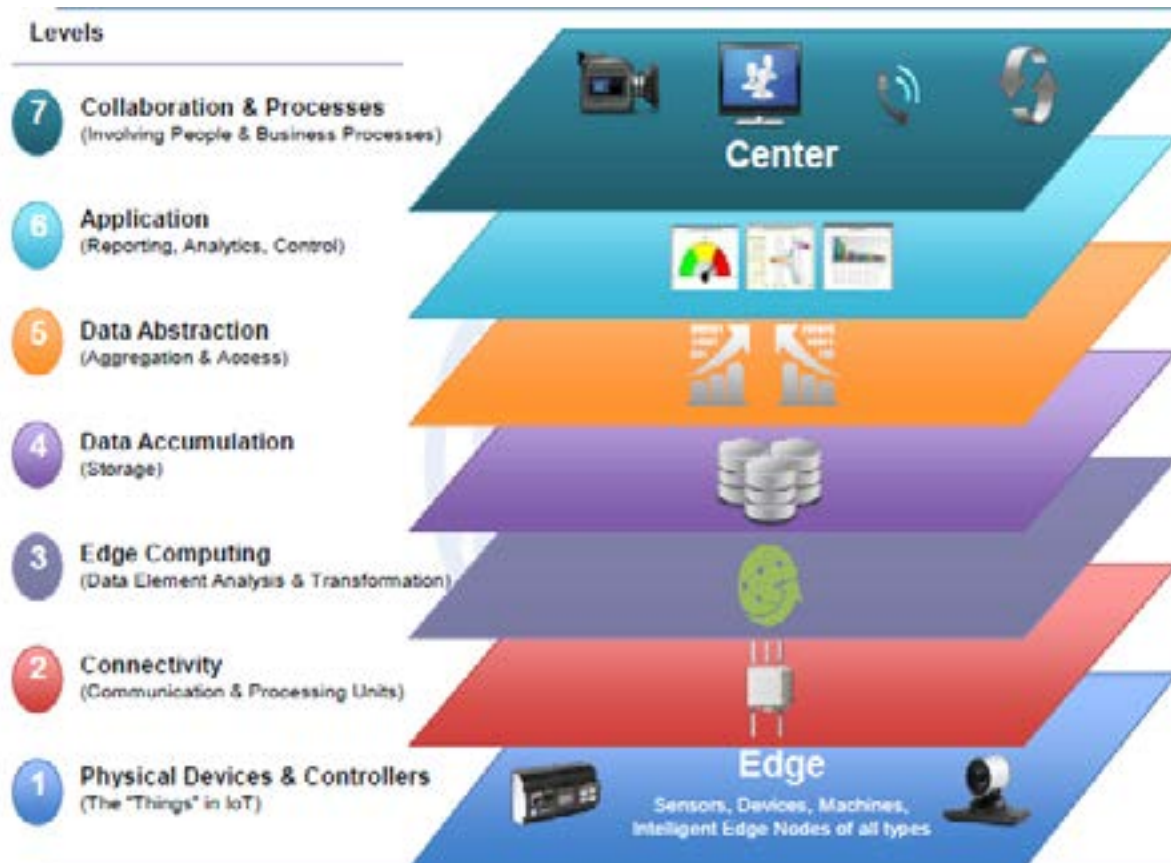


Figura 2 - Modelo em sete camadas do sistema IoT

Imagine um prédio de sete andares, cada um representando uma etapa em um processo. O térreo (nível 1) é onde tudo começa: aqui estão os dispositivos físicos, como sensores, câmeras e máquinas. Pense neles como os "olhos e ouvidos" do sistema, coletando dados do mundo real. Essa é a borda do sistema, onde os dados são gerados. Subindo para o primeiro andar (nível 2), encontramos a conectividade: é aqui que os dispositivos se comunicam entre si, enviando os dados coletados para os próximos níveis. No segundo andar (nível 3), temos a computação de borda: os dados coletados são analisados e transformados de forma inicial, antes de seguirem para os níveis superiores. O terceiro andar (nível 4) é onde os dados são armazenados: imagine um grande depósito onde todas as informações coletadas são guardadas. No quarto andar (nível 5), os dados são organizados e preparados para serem analisados: é como se os dados fossem colocados em prateleiras, facilitando o acesso e a busca por informações específicas. O quinto andar (nível 6) é o centro de controle: aqui, os dados são analisados e utilizados para gerar relatórios e tomar decisões. É como se fosse a sala de comando de uma operação. No último andar (nível 7), temos a colaboração e os processos: os dados são utilizados para melhorar processos e tomar decisões em conjunto, envolvendo pessoas e diferentes áreas de uma empresa.

Portanto, a escolha da tecnologia de comunicação em um projeto de IoT depende das características da aplicação, do tipo de objetos conectados e suas limitações, além da área de abrangência da aplicação. Cabe ao projetista identificar quais tecnologias são mais apropriadas para atender aos requisitos de comunicação e custo operacional da aplicação.

Para ilustrar as capacidades dos diferentes protocolos de comunicação, nas próximas subseções apresentamos um resumo de suas características no contexto da IoT.

a) HTTP

HTTP (HyperText Transfer Protocol) é um protocolo de comunicação utilizado para transferir dados na web. No contexto da IoT, é frequentemente

utilizado para enviar e receber dados entre dispositivos e servidores.

Operando sobre TCP/IP, o HTTP é adequado para aplicações onde a comunicação não é frequente e a latência não é um fator crítico, como a coleta de dados de sensores ambientais ou o controle remoto de dispositivos. Apesar de sua ampla adoção, o HTTP pode ser menos eficiente em termos de consumo de energia e largura de banda em comparação com outros protocolos otimizados para IoT.

b) MQTT

MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) é um protocolo de comunicação leve, projetado para conectar dispositivos IoT em redes instáveis ou de baixa largura de banda.

Funciona sobre TCP/IP e utiliza um modelo de publicação/assinatura, onde dispositivos publicam mensagens em tópicos específicos e outros dispositivos assinam esses tópicos para receber as mensagens. MQTT é altamente eficiente em termos de consumo de energia e largura de banda, tornando-o ideal para aplicações como monitoramento remoto, automação residencial e telemetria industrial.

c) CoAP

CoAP (Constrained Application Protocol) é um protocolo de comunicação projetado especificamente para dispositivos IoT com recursos limitados.

Operando sobre UDP, ele é leve e eficiente, permitindo a comunicação rápida e de baixo consumo de energia entre dispositivos. CoAP utiliza um modelo de requisição/resposta semelhante ao HTTP, mas com menor sobrecarga, sendo ideal para aplicações em redes de sensores, automação residencial e controle de dispositivos em tempo real.

A capacidade de trabalhar com baixa largura de banda e recursos limitados torna o CoAP uma escolha popular em cenários de IoT.

d) AMQP

AMQP (Advanced Message Queuing Protocol) é um protocolo de comunicação de mensagens projetado para sistemas de mensageria robustos e de alto

desempenho.

Embora mais complexo e pesado que MQTT, o AMQP oferece recursos avançados de roteamento, segurança e confiabilidade, sendo adequado para aplicações IoT que requerem garantias de entrega de mensagens e transações seguras.

Operando sobre TCP/IP, o AMQP é utilizado em cenários onde a integridade e a confiabilidade dos dados são críticas, como em aplicações industriais e de saúde.

• SAIBA MAIS

Um nó computacional é qualquer dispositivo que está conectado a uma rede e possui capacidade de processamento. Isso inclui computadores pessoais, smartphones, sensores em redes de sensores sem fio, dispositivos IoT (Internet das Coisas), servidores, entre outros.

Em uma rede, esses nós podem se comunicar entre si, trocar dados e realizar tarefas específicas, contribuindo para o funcionamento e a eficiência do sistema de rede como um todo.

O **TCP/IP** refere-se ao conjunto de protocolos composto pelo TCP (Transmission Control Protocol) e pelo IP (Internet Protocol), que são fundamentais para o funcionamento da Internet. O TCP é responsável por garantir a comunicação fim a fim, estabelecendo conexões estáveis e confiáveis entre dois dispositivos em redes distintas.

Ele cuida da segmentação dos dados, reenvio de pacotes perdidos e reordenação de pacotes fora de ordem, garantindo que os dados cheguem corretamente ao destino.

O **IP**, por sua vez, é responsável pelo endereçamento e roteamento das mensagens através de diferentes redes com diversas tecnologias subjacentes. Ele define como os pacotes

de dados são enviados e recebidos, utilizando endereços IP para identificar dispositivos e permitir que as mensagens trafeguem pela rede até alcançarem seu destino final.

Juntos, TCP e IP possibilitam a comunicação eficiente e robusta na Internet, suportando uma vasta gama de aplicações e serviços.

Uma **rede mesh** é uma topologia de rede onde cada nó (dispositivo) se conecta a vários outros nós, criando uma malha interconectada. Nesta configuração, os dados podem ser roteados de forma dinâmica e eficiente através de diferentes caminhos até alcançarem seu destino, proporcionando maior redundância e resiliência. Se um nó ou uma conexão falhar, os dados podem ser redirecionados por outras rotas, garantindo continuidade de serviço. As redes mesh são frequentemente utilizadas em redes de sensores sem fio, redes de Internet das Coisas (IoT) e redes de acesso sem fio para proporcionar cobertura robusta e confiável.

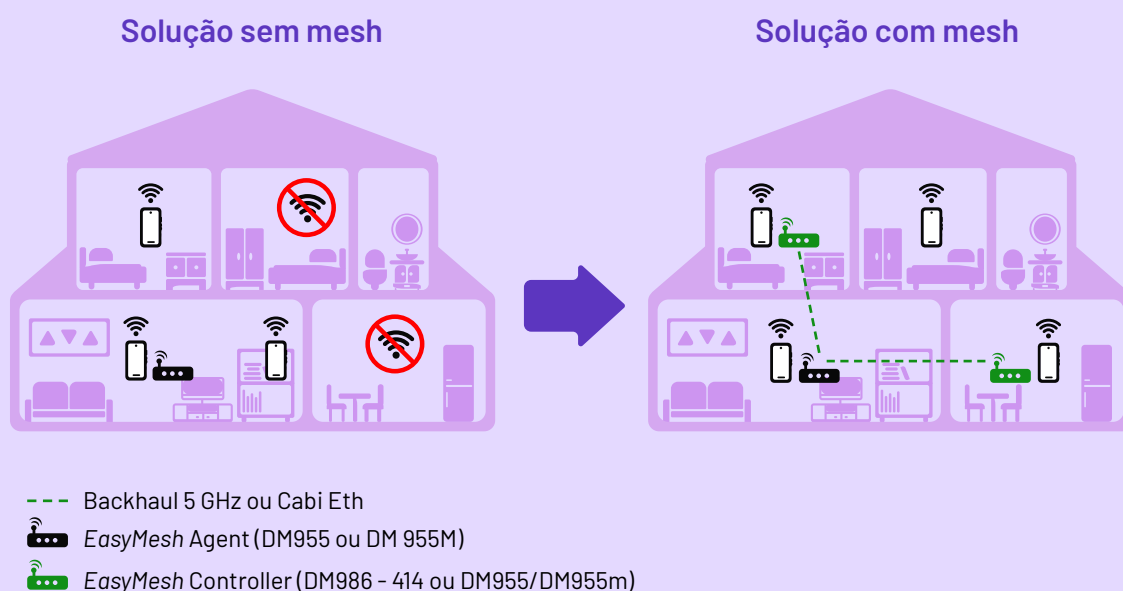


Figura 3 – Comparativo da solução com e sem rede mesh

A imagem apresenta uma comparação entre duas configurações de rede Wi-Fi em um ambiente doméstico. Imagine duas casas idênticas. Em cada uma, há diversos dispositivos eletrônicos conectados à Internet, como celulares e outros aparelhos inteligentes. A diferença entre as duas casas está na forma como esses dispositivos se conectam à rede Wi-Fi. Na primeira casa (sem a tecnologia Mesh), os dispositivos se conectam diretamente a um roteador central. Essa configuração pode causar problemas em áreas mais distantes do roteador, onde o sinal Wi-Fi pode ser fraco ou instável. Na segunda casa (com a tecnologia Mesh), além do roteador central, há outros dispositivos chamados "nós Mesh" espalhados pela casa. Esses nós se conectam entre si e ao roteador central, formando uma espécie de rede em malha. Essa configuração permite que o sinal Wi-Fi seja distribuído de forma mais uniforme por toda a casa, garantindo uma conexão mais estável e de alta velocidade em todos os cômodos. Em resumo, a imagem mostra como a tecnologia Mesh pode melhorar a cobertura e a qualidade do sinal Wi-Fi em um ambiente doméstico, em comparação com uma configuração tradicional.

Conclusão

Ao refletirmos sobre a capacidade dos objetos conectados e a infraestrutura que os sustenta, fica claro que a IoT é uma arquitetura extremamente complexa que envolve diversas tecnologias.

Os modelos em camadas ajudam a simplificar a análise da Internet das Coisas, dividindo as diferentes preocupações de uma aplicação entre as camadas.

Projetistas de novos dispositivos IoT precisam entender bem esses conceitos para criar soluções eficientes e inovadoras. Compreender os requisitos e limitações da arquitetura IoT é essencial para o desenvolvimento de aplicações que realmente façam a diferença. Ao dominarmos essas tecnologias, podemos construir um futuro mais conectado, inteligente e eficiente.

Espero que este material de apoio seja útil e enriquecedor para o seu aprendizado. Por favor, aprofunde seus estudos por meio das referências deste texto, que servem como material suplementar. Vamos explorar juntos o universo da Internet das Coisas!

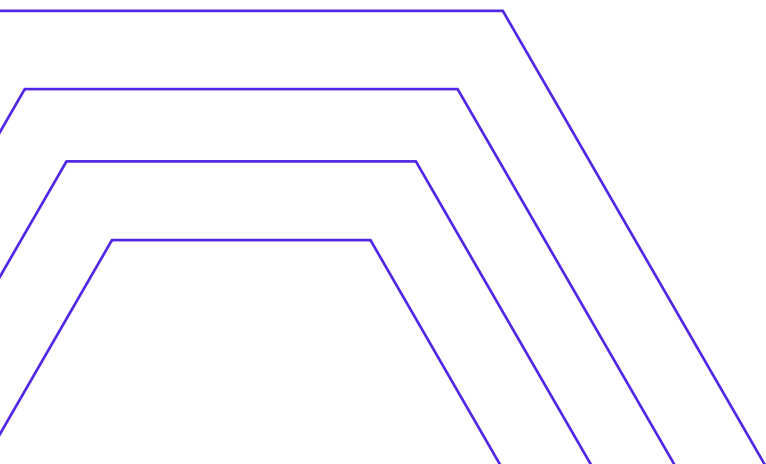
Referências

[1] LEA, Perry. IoT and Edge Computing for Architects. Packt Publishing, 2020.

[2] McEWEN, Andy; CASSIMALLY, Harry. Designing the Internet of Things. Wiley, 2014.

[3] BUYYA, Rajkumar; DASTJERDI, Ali C. Internet of Things: Principles and Paradigms. Morgan Kaufmann, 2016.

[4] TABBANE, Sami, IoT Standards Part I: IoT technology and Architecture. Disponível em: https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/Africa/Documents/IoT%20Applications%20and%20Services_Sami%20Tabbane_June2017_Mauritius.pdf Último acesso: 30/07/2024



Obrigado

