

## SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS EMERGENTES

# IOT

Henrique Poyatos

### CAPÍTULO 3

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Painel traseiro de um DVD player Sony com um conector de rede RJ45 .....	5
Figura 3.2 – Espectro eletromagnético .....	7
Figura 3.3 – Funcionamento do RFID .....	8
Figura 3.4 – Etiqueta passiva utilizada na pulseira inteligente do festival FIAP NEXT .....	9
Figura 3.5 – Etiqueta semipassiva da empresa ConectCar .....	9
Figura 3.6 – Etiqueta RFID ativa .....	10
Figura 3.7 – Tecnologia NFC no smartphone .....	11
Figura 3.8 – Autorização de transação usando NFC .....	12
Figura 3.9 – Logo da tecnologia Bluetooth .....	13
Figura 3.10 – Tecnologia Bluetooth permitindo periféricos sem fio .....	14
Figura 3.11 – Smartphone detectando um transmissor iBeacon .....	15
Figura 3.12 – Smartphone detectando um transmissor iBeacon (2) .....	16
Figura 3.13 – Placas de prototipação .....	17
Figura 3.14 – Vários tipos de sensores para placas de prototipação .....	17
Figura 3.15 – Servo-motores .....	18
Figura 3.16 – A placa Arduino Uno .....	19
Figura 3.17 – Arduino em sua versão nano .....	19
Figura 3.18 – A placa Raspberry Pi .....	20
Figura 3.19 – A placa Intel Galileo .....	21
Figura 3.20 – Etiqueta passiva RFID miniaturizada .....	22
Figura 3.21 – Chip subcutâneo RFID sendo implantado em um gato .....	22
Figura 3.22 – Ilustração de chip implantado em uma pessoa .....	23
Figura 3.23 – Leitor RFID e chaveiros de tags passivas .....	24
Figura 3.24 – O fim da digitação de senhas .....	25
Figura 3.25 – Camisa com uma etiqueta passiva RFID .....	25
Figura 3.26 – Etiqueta RFID, o melhor amigo do carrinho de supermercado .....	26
Figura 3.27 – Ilustração de um leitor RFID e etiqueta em um lote de produtos .....	27
Figura 3.28 – Robôs Kiva em um centro de distribuição da Amazon .....	27
Figura 3.29 – Etiqueta passiva RFID para controle de pedágio .....	28
Figura 3.30 – Etiqueta passiva RFID da empresa ConectCar .....	28
Figura 3.31 – Bilhete único, o <i>smart card</i> NFC utilizado no transporte público da cidade de São Paulo .....	29
Figura 3.32 – Pulseiras inteligentes .....	30
Figura 3.33 – Óculos inteligentes .....	30
Figura 3.34 – O futuro do smartphone? .....	31
Figura 3.35 – <i>Wearable device</i> para a saúde .....	32
Figura 3.36 – Marca-passos inteligentes .....	32
Figura 3.37 – Amazon Echo Dot, segunda geração .....	33
Figura 3.38 – Estufa automatizada .....	34
Figura 3.39 – Ônibus transmitindo sua localização .....	35

## SUMÁRIO

3 IOT .....	4
3.1 Internet das coisas, o que é? .....	4
3.2 O problema da conectividade dos objetos .....	5
3.3 Comunicação por radiofrequência .....	6
3.4 RFID: Identificação por radiofrequência .....	7
3.4.1 Etiquetas passivas .....	8
3.4.2 Etiquetas semipassivas .....	9
3.4.3 Etiquetas ativas .....	10
3.4.4 <i>Near Field Communication</i> (NFC) .....	10
3.5 Bluetooth .....	12
3.6 Outras formas de transmissão de informações .....	14
3.7 iBeacons .....	15
3.8 Placas para prototipação .....	16
3.8.1 Arduino .....	18
3.8.2 Raspberry Pi .....	20
3.8.3 Outras placas .....	20
3.9 Aplicabilidade .....	21
3.9.1 Identificação de seres vivos .....	21
3.9.2 Fechaduras inteligentes .....	24
3.9.3 Maior eficácia na cadeia logística .....	25
3.9.4 Identificação de veículos em praças de pedágio .....	28
3.9.5 Cobrança inteligente no transporte público .....	29
3.9.6 <i>Wearable devices</i> .....	29
3.9.7 <i>Health care</i> com <i>wearables</i> e implantes inteligentes .....	31
3.9.8 “Mordomos” inteligentes .....	33
3.9.9 Automação agrícola .....	33
3.9.10 O futuro da IoT, as cidades inteligentes .....	34
REFERÊNCIAS .....	37
GLOSSÁRIO .....	38

### 3 IOT

#### 3.1 Internet das coisas, o que é?

Internet das coisas (também conhecida como *Internet of things*, ou pelo seu acrônimo, IoT) é uma **visão em que cada objeto em nosso mundo físico possui o potencial de se conectar à internet, fornecendo dados ou sendo acionado de alguma maneira**; o objeto pode, até mesmo, interagir com outros, formando uma rede de objetos (BALANI, 2015).

Esse objeto pode ser um veículo, maquinário pesado, smartphone, tênis, relógio, absolutamente qualquer coisa. Em um contexto doméstico, eletrodomésticos, alarmes, sensores de presença, lâmpadas, sistema de som e fechaduras inteligentes, todos integrados entre si, formam um sistema de casa inteligente, digno dos melhores filmes de ficção científica. Em âmbito municipal, os ônibus do sistema de transporte público, sensores de tráfego, câmeras de segurança, iluminação pública, entre várias coisas ligadas entre si, formam cidades inteligentes (também conhecidas como *Smart Cities*), que podem melhorar a eficiência dos serviços públicos e a vida dos munícipes.

O termo foi utilizado pela primeira vez em 1999, o pioneiro tecnológico britânico Kevin Ashton a usou para descrever um **sistema em que objetos do mundo físico pudessem se conectar à internet por meio de sensores**. Ashton cunhou o termo para ilustrar o poder de dispositivos de identificadores que, por meio de radiofrequência, são usados em sistema logísticos para contar e rastrear bens de consumo, sem qualquer necessidade de intervenção humana. O termo se tornou popular para descrever cenários nos quais a conectividade com a internet e a capacidade computacional são estendidas a uma grande variedade de objetos, dispositivos e sensores de nosso dia a dia (INTERNET SOCIETY, 2015).

A internet das coisas parece materializar a visão de Mark Weiser que, em um artigo de 1991 denominado “**The Computer for the 21st Century**”, cunhou o termo **computação ubíqua**, descrevendo uma realidade na qual a computação é onipresente, totalmente integrada ao meio ambiente. Nesse cenário, estaríamos

rodeados de objetos inteligentes e conectados, com os quais interagimos por interfaces mais naturais, com comandos de voz e gestos.

O fascinante é que, embora tudo que foi descrito pareça uma obra de ficção, já é uma realidade: você está rodeado de objetos conectados e inteligentes, além do seu smartphone, e talvez nem tenha se atentado a isso.

### 3.2 O problema da conectividade dos objetos

No passado, previam-se objetos diretamente conectados à internet por meio de cabos: todo eletrodoméstico teria uma placa de rede Ethernet com um conector RJ45 e se conectaria diretamente à rede mundial, possuindo seu próprio endereço IP, assim como um clássico computador pessoal. É possível encontrar esses eletrodomésticos “inteligentes” em estantes de salas de estar: são os casos de antigos modelos de aparelhos tocadores de DVD (ver figura do painel traseiro de um DVD da Sony).



Figura 3.1 – Painel traseiro de um DVD player Sony com um conector de rede RJ45

Fonte: Google Imagens (2017)

Uma vez que o padrão de endereçamento IP na sua versão 4 não comportava bilhões de objetos conectados à internet com seus próprios endereços (na verdade, nesse padrão não temos IPs suficientes nem para todos os humanos do planeta), o

padrão evoluiu para a versão 6 (ou IPv6) que, embora ainda não seja um padrão adotado integralmente na internet de todo o mundo, possui endereços IP suficientes para atribuir um para cada objeto de nossas casas, empresas e cidades.

No entanto, a Internet das Coisas se torna viável por meio de outras tecnologias diferentes. Objetos conectados por fio jamais poderiam concretizar a previsão de Weiser em seu artigo, afinal, como a computação se tornaria “invisível” e onipresente, se fosse cabeada? Não teríamos dispositivos inteligentes “vestíveis”, como calçados, pulseiras ou relógios inteligentes, se a conectividade não tivesse evoluído para uma tecnologia sem fio.

Embora a combinação entre tecnologia WiFi e IPv6 seja uma solução para vários de nossos objetos inteligentes, não é aplicável para todos os casos: as conexões no padrão WiFi (padrões 802.11b/g/n), tão comuns em smartphones e smartTVs, são custosas do ponto de vista energético. Talvez você já tenha ficado sem bateria no smartphone por ter se conectado à internet na rede WiFi por tempo demais e saiba do que estou falando.

Sendo assim, outras formas de enviar e receber informação sem fio são necessárias. Apesar do surgimento de tecnologias inovadoras como o Bluetooth, a resposta para esse problema se encontra em uma tecnologia inventada no final do século XIX pelo italiano Guglielmo Marconi: o rádio.

### **3.3 Comunicação por radiofrequência**

A comunicação por radiofrequência emprega radiação eletromagnética para a transmissão de informação, sendo essa radiação uma consequência da oscilação do campo eletromagnético. A própria luz visível é uma radiação eletromagnética, assim como ondas de rádio emitidas pelas emissoras de rádio e TV ou as ondas que um aparelho de micro-ondas usa para aquecer um alimento. A diferença entre elas são suas frequências, ou seja, a rapidez com que elas “vibram”.

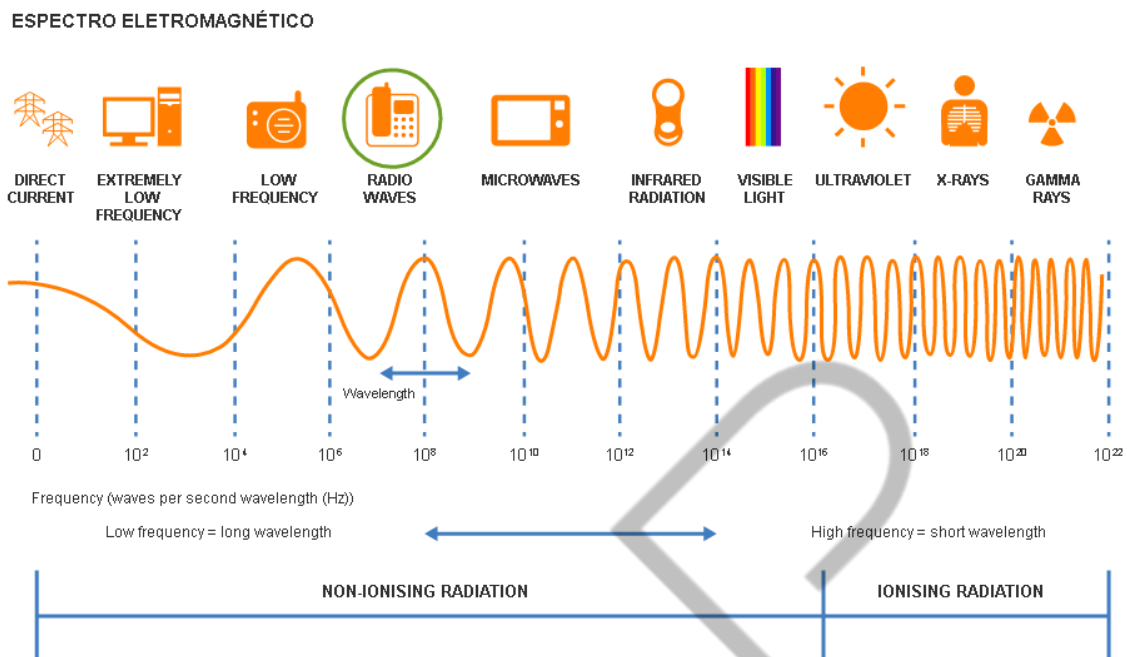


Figura 3.2 – Espectro eletromagnético  
Fonte: Scamp (2017), adaptado por FIAP (2017)

Para o uso específico de transmissão de informações para sensores de IoT existe a tecnologia RFID (*Radio-Frequency IDentification* ou identificação por radiofrequência).

### 3.4 RFID: Identificação por radiofrequência

A identificação por radiofrequência é outra tecnologia que acreditamos ser atual e inovadora, mas, na verdade, seu primeiro uso aconteceu durante a Segunda Guerra Mundial, em aviões britânicos equipados para devolver um sinal específico identificando a aeronave como aliada, diferenciando-as das alemãs em um sistema que ficou conhecido como IFF (*Identification Friend-or-Foe*).

O RFID moderno funciona sob o mesmo princípio: um transceptor emite um sinal eletromagnético para um transponder (também conhecido como etiquetas RFID) que, por sua vez, recebe o sinal, processa, eventualmente grava alguma informação e o retorna para o mesmo transceptor (ou leitor), equipado com uma antena.

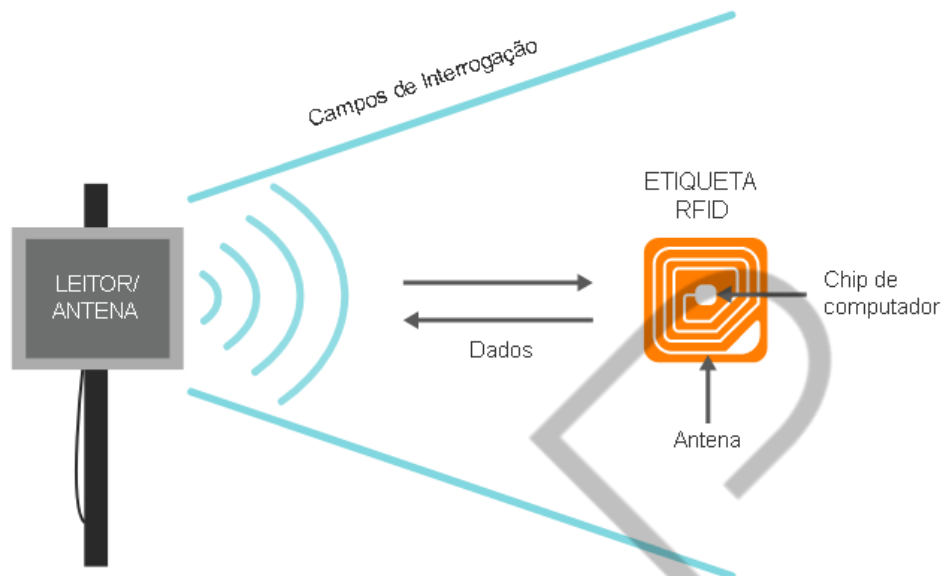
**DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DO RFID**

Figura 3.3 – Funcionamento do RFID  
Fonte: Limpkin's blog (2017), adaptado por FIAP (2017)

Existem três tipos de etiquetas RFID: passivas, semipassivas e ativas.

**3.4.1 Etiquetas passivas**

Trata-se do tipo mais comum de etiqueta, especialmente pelo seu baixo custo de produção, na ordem de centavos a poucos dólares. A parte mais interessante é o fato de não precisar de uma bateria, pois seus circuitos utilizam a energia emitida pelo próprio leitor e, por essa razão, possui uma baixa capacidade de armazenamento (até 4KB), permitindo apenas a leitura de informações, possui também um alcance de leitura mais baixo.



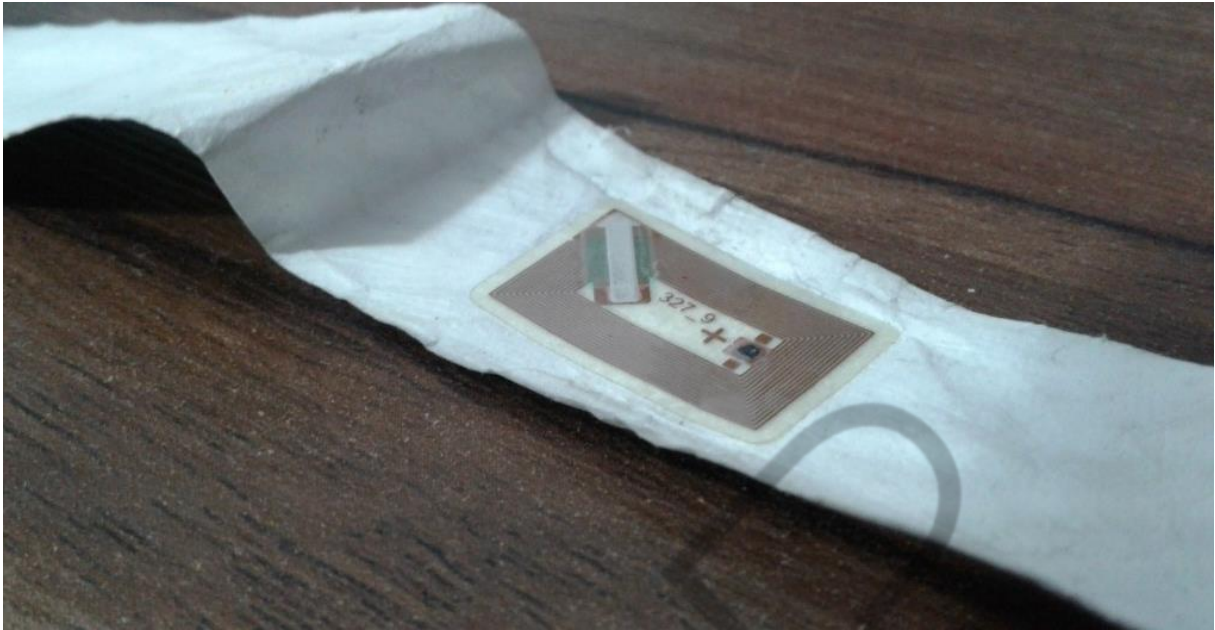


Figura 3.4 – Etiqueta passiva utilizada na pulseira inteligente do festival FIAP NEXT  
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

### 3.4.2 Etiquetas semipassivas

Compatíveis com os leitores de etiqueta passiva, esse tipo de etiqueta conta com uma bateria, ampliando a capacidade de memória, alcance do sinal de retorno e redução da latência e, por essas razões, sua produção se torna mais cara.

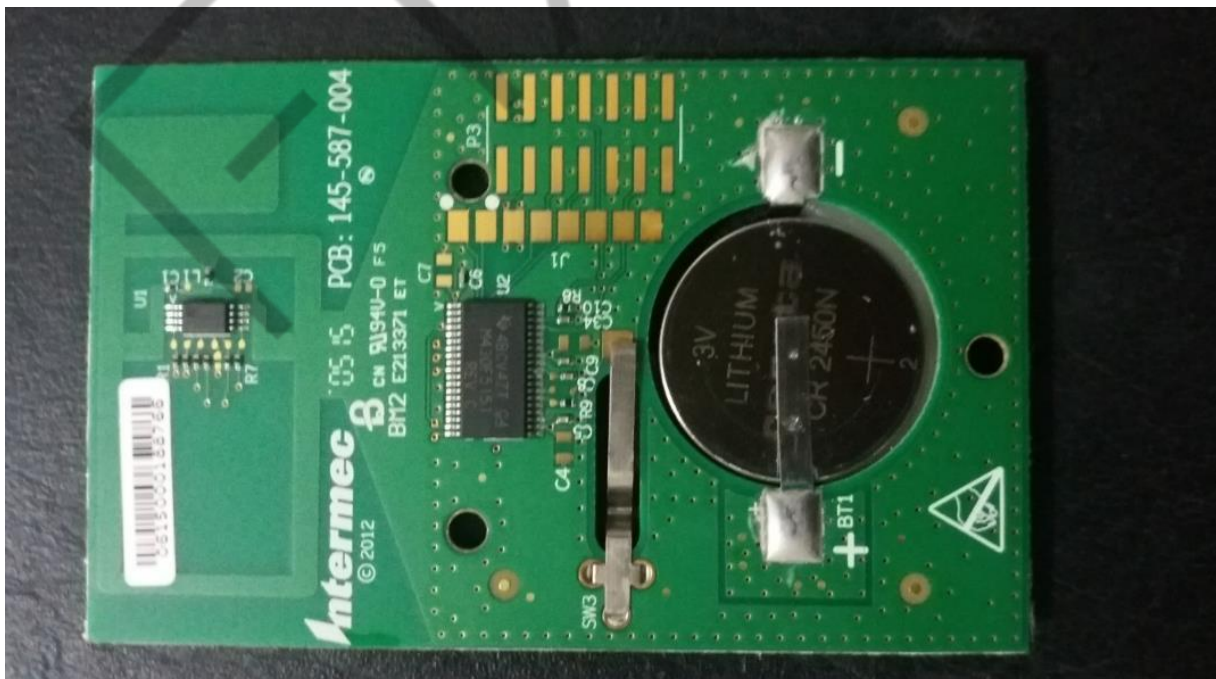


Figura 3.5 – Etiqueta semipassiva da empresa ConectCar  
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

### 3.4.3 Etiquetas ativas

As etiquetas ativas são alimentadas por bateria e possuem maior capacidade de memória (512KB) e alcance de leitura. São chamadas assim pois, diferente das outras duas versões que apenas reagem ao transceptor, esse tipo de etiqueta também pode enviar um sinal. Menos comuns, especialmente pelo custo de produção, a partir de 50 dólares.

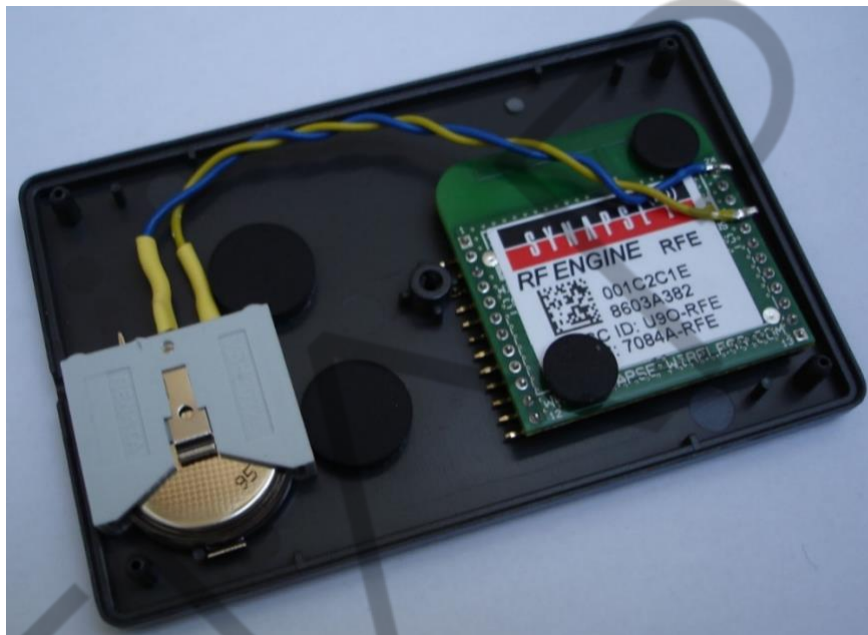


Figura 3.6 – Etiqueta RFID ativa  
Fonte: Nicholas Skinner (2017)

### 3.4.4 Near Field Communication (NFC)

Comunicação por campo de proximidade (*Near Field Communication* ou NFC) é uma tecnologia interoperável com o RFID que permite a troca de informações sem fio e de forma segura entre dispositivos compatíveis que estejam próximos um do outro, de maneira automática. Esses dispositivos podem ser cartões inteligentes (*smartcards*), crachás ou smartphones e tablets, basicamente qualquer dispositivo que possua um chip NFC.

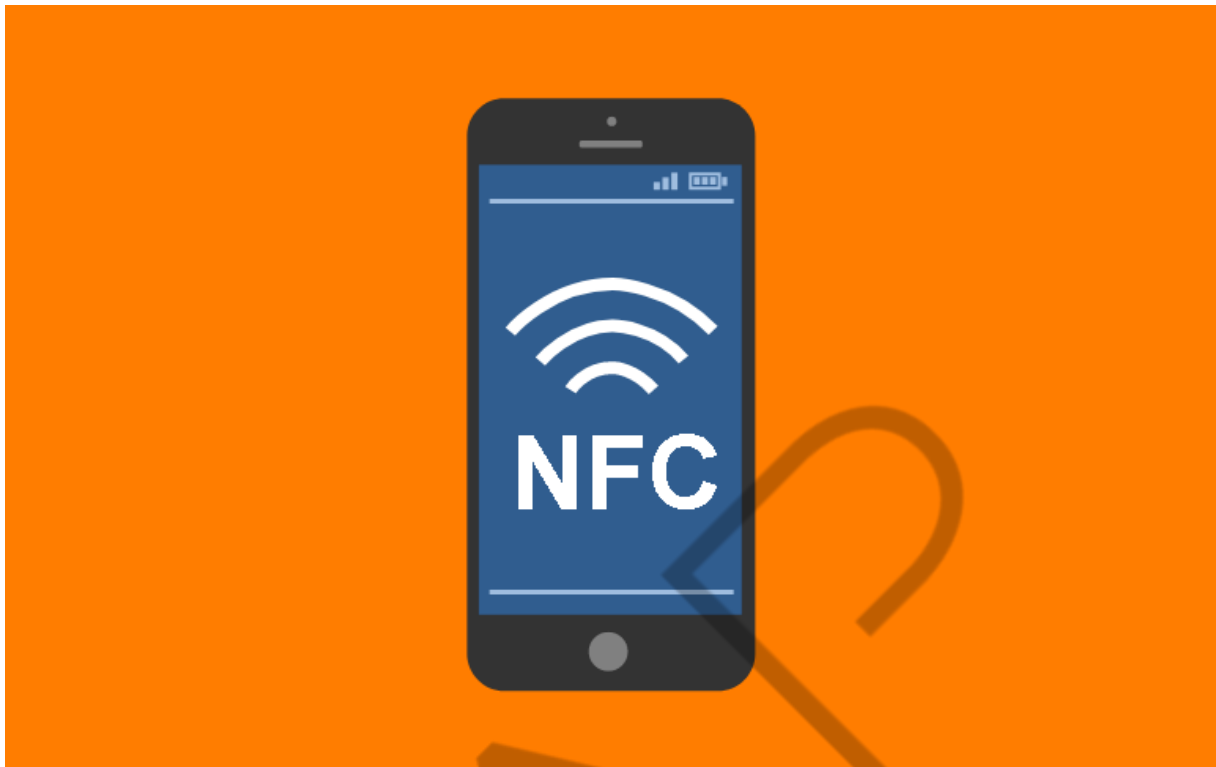


Figura 3.7 – Tecnologia NFC no smartphone  
Fonte: Banco de imagens Shutterstock (2017), adaptado por FIAP (2017)

A tecnologia permite a troca de informações em distâncias de menos de 4 centímetros, com uma velocidade de transmissão máxima de 424kpbs.

Em modo passivo, apenas um dos dispositivos gera o sinal de conexão, enquanto o segundo apenas recebe, tornando possível colocar chips NFC em dispositivos que não recebem alimentação elétrica direta, como cartões inteligentes (*smartcards*), embalagens e cartazes. Em modo ativo, no entanto, ambos os dispositivos geram o sinal, como, por exemplo, um smartphone e um receptor no caixa de uma loja. Os dispositivos podem trocar dados no padrão ISO/IEC 18092, conhecido como ponto a ponto (ou *Pier-to-pier*, P2P).

Cartões inteligentes sem contato (*Contactless smart cards*) podem ser lidos por meio de um leitor de cartões no padrão RFID, estabelecido pela ISO/IEC 14443 e FeliCa, permitindo sua leitura em distâncias de até 10 centímetros.



Figura 3.8 – Autorização de transação usando NFC  
Fonte: Banco de imagens Shutterstock (2017)

### 3.5 Bluetooth

Criada pela Ericsson em 1994, seu objetivo era padronizar a comunicação entre celulares e computadores. Pelo seu caráter de união desses dois tipos de dispositivos, o nome da tecnologia foi inspirado no rei Harald Bluetooth, que unificou a Dinamarca e a Noruega no século X. A tecnologia é muito utilizada no conceito de PAN (*Personal Area Network*), usando dispositivos pessoais de um usuário. Esses dispositivos formam uma topologia de rede em formato de estrela conhecida como “piconet”, em que um dispositivo central (conhecido como mestre) é responsável pelos parâmetros da comunicação e se conecta a, no máximo, 7 dispositivos periféricos (escravos). A tecnologia se tornou popular ao formar PAN entre os computadores pessoais (computadores e *laptops*), dispositivos mestres, com os periféricos (como teclados, mouses e impressoras), dispositivos escravos.



Figura 3.9 – Logo da tecnologia Bluetooth  
Fonte: Bluetooth.com (2017)

Há abundantes dispositivos no mercado empregando a versão 2.1 da tecnologia Bluetooth, conhecida como *Basic Rate/Enhanced Data Rate* (BR/EDR). Nesse formato, os dispositivos são apresentados um para o outro (um procedimento conhecido como pareamento) de maneira segura por meio de um PIN, uma senha numérica de 4 dígitos. No padrão BR, a comunicação pode acontecer em uma velocidade de até 1Mbps, dobrando a taxa de transmissão em EDR, mantendo um baixo consumo de energia em dispositivos que apenas transmitem dados, sendo ideal para periféricos como teclado e mouse.





Figura 3.10 – Tecnologia Bluetooth permitindo periféricos sem fio  
Fonte: Banco de imagens Shutterstock (2017)

A partir de sua versão 4.0, um novo protocolo de transmissão foi introduzido, conhecido como GATT (*Generic Attribute*), cujo objetivo era permitir a transmissão de pequenos pacotes de dados contendo o valor de atributos. Aplicações que utilizam GATT são conhecidas no mercado como *Bluetooth Low Energy* (BLE). Essa tecnologia permite baixo consumo de energia e que o rádio transmissor fique latente na maior parte do tempo. Na recente versão 5.0, o alcance e a capacidade de transmissão de dados por dispositivos BLE aumentaram consideravelmente. Na potência máxima, o alcance de uma transmissão Bluetooth pode chegar a até 100 metros, atingindo uma taxa de transmissão de até 50Mbps.

### 3.6 Outras formas de transmissão de informações

Existem outras formas de transmissão, operando em diferentes frequências com diferentes potências. A especificação Zigbee, por exemplo, utiliza padrão IEEE 802.15.4 e possui uma transmissão de radiofrequência semelhante à do Bluetooth, com menor consumo de energia. Opera em uma banda de transmissão estreita, de até 250kbps, em uma distância de até 100 metros, e seu protocolo é muito limitado a uso de voz e imagem. Outra grande vantagem da tecnologia é funcionar em uma

rede *Mesh*, permitindo muito mais nós que a rede piconet na qual opera o Bluetooth: enquanto a rede piconet opera com 8 nós, existem redes *mesh* operacionais com 500 nós.

### 3.7 iBeacons

iBeacon é um serviço de notificação sem fio proposto pela Apple em 2013, permitindo que smartphones possam captar sinais de *beacons*, utilizando Bluetooth Low Energy (BLE) e reagir a esses sinais.

iBeacons são baseados em *Bluetooth low energy proximity sensing*, em que é possível determinar a distância entre um smartphone e um *beacon* apenas usando BLE.



Figura 3.11 – Smartphone detectando um transmissor iBeacon  
Fonte: Wikimedia Commons, por Jonathan Nalder (2014)

iBeacons têm sido muito utilizados em *indoor positioning system*, um sistema de posicionamentos em áreas cobertas, nas quais o GPS não atua. Apenas três deles são necessários para localizar precisamente um smartphone em um shopping. Eles já são utilizados em shopping centers, permitindo que uma loja saiba o local

exato em que o cliente está, permitindo o envio de mensagens de anúncios com base em sua localização, possibilitando até mesmo conversão efetiva dessa ação em tempo real. iBeacons espalhados em estádios americanos podem auxiliar seus frequentadores a localizar seus assentos com mais comodidade.



Figura 3.12 – Smartphone detectando um transmissor iBeacon (2)  
Fonte: Wikimedia Commons, por Jonathan Nalder (2014)

### 3.8 Placas para prototipação

No entanto, o que possibilitou a expansão da IoT foram as placas eletrônicas para prototipação. Antes delas, eram necessários conhecimentos de eletrônica e a soldagem das próprias placas, o que reduzia muito o número de profissionais qualificados a trabalharem com o hardware.



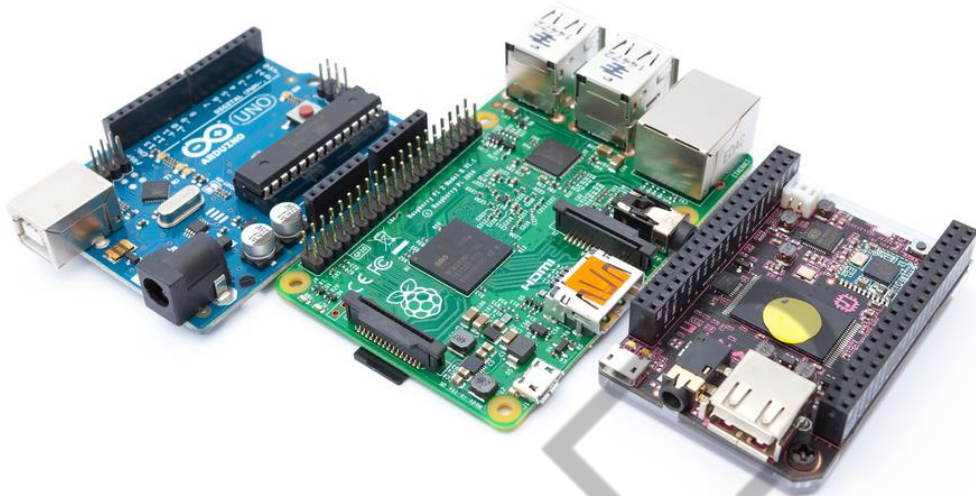


Figura 3.13 – Placas de prototipação  
Fonte: Banco de imagens Shutterstock (2017)

A popularidade dessas placas também possibilitou a proliferação dos sensores disponíveis no mercado. Um sensor é um dispositivo que responde a um estímulo físico ou químico de maneira específica, capaz de captar variações e permitir, assim, medições ou monitoramento. É possível adquirir a um custo baixo sensores de luminosidade, microfones, sensores sísmicos, termômetros, barômetros, sensores de umidades, entre vários outros.

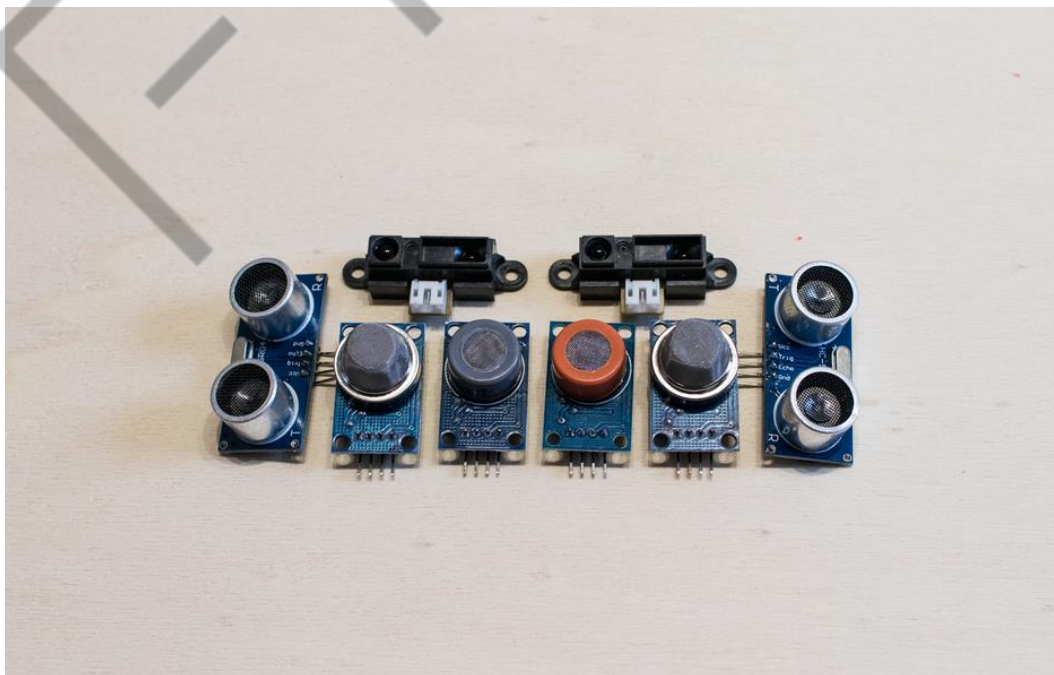


Figura 3.14 – Vários tipos de sensores para placas de prototipação  
Fonte: Banco de imagens Shutterstock (2017)

As placas de prototipação permitem também a comunicação e o controle de atuadores, elementos que produzem movimento, atendendo a comandos que podem ser manuais, elétricos ou mecânicos. Por exemplo, uma placa pode ser programada para dar ordem a um servo-motor, cujo motor de passo faz uma roda girar.



Figura 3.15 – Servo-motores  
Fonte: Banco de imagens Shutterstock (2017)

Vejamos, a seguir, as opções mais populares de placas de prototipação.

### 3.8.1 Arduino

A placa de prototipação mais popular do mercado teve seu projeto iniciado na Itália em 2005, com o objetivo de baixar os custos de projetos escolares perante os sistemas de prototipação disponíveis na época. Seu hardware é livre (ou seja, pode ser reproduzido sem violar direitos autorais) e de placa única, alimentada com 5V ou 9V, que utiliza um microcontrolador Atmel AVR de 8 bits, que permite sua programação em uma linguagem muito semelhante a C/C++.

Sua popularização tornou acessível a um baixo custo, hardwares e softwares fáceis de se utilizar para profissionais e hobbystas que, de outra forma, não teriam acesso a esses recursos.

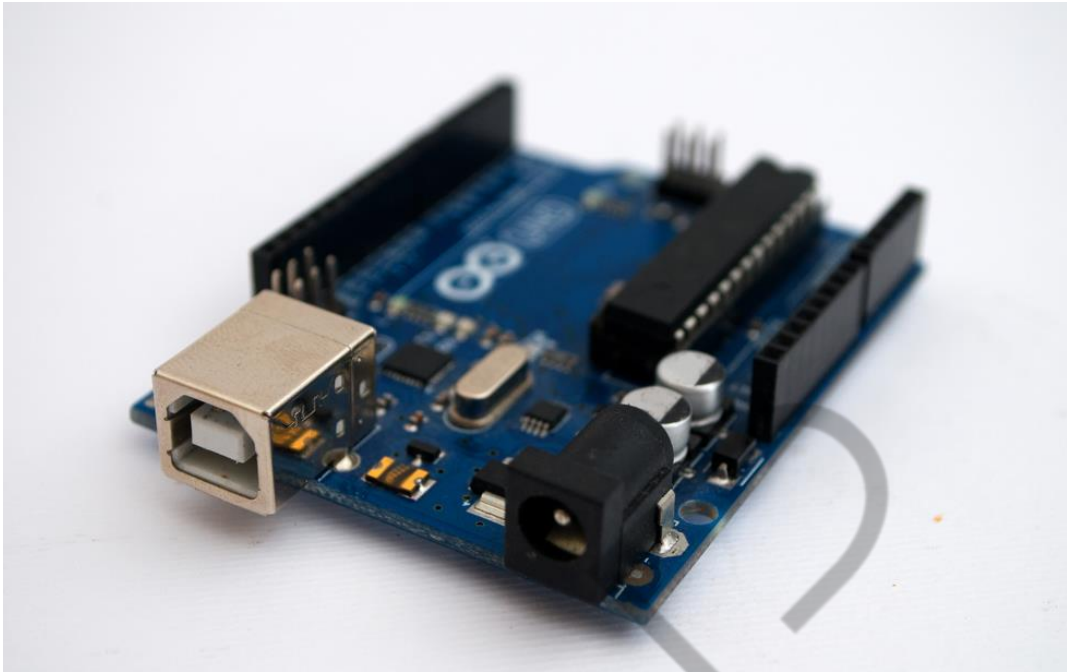


Figura 3.16 – A placa Arduino Uno  
Fonte: Banco de imagens Shutterstock (2017)

Já existem várias versões da placa Arduino, sendo a mais popular a Arduino Uno. Sua versão nano permite a miniaturização ainda maior de centrais de sensores:

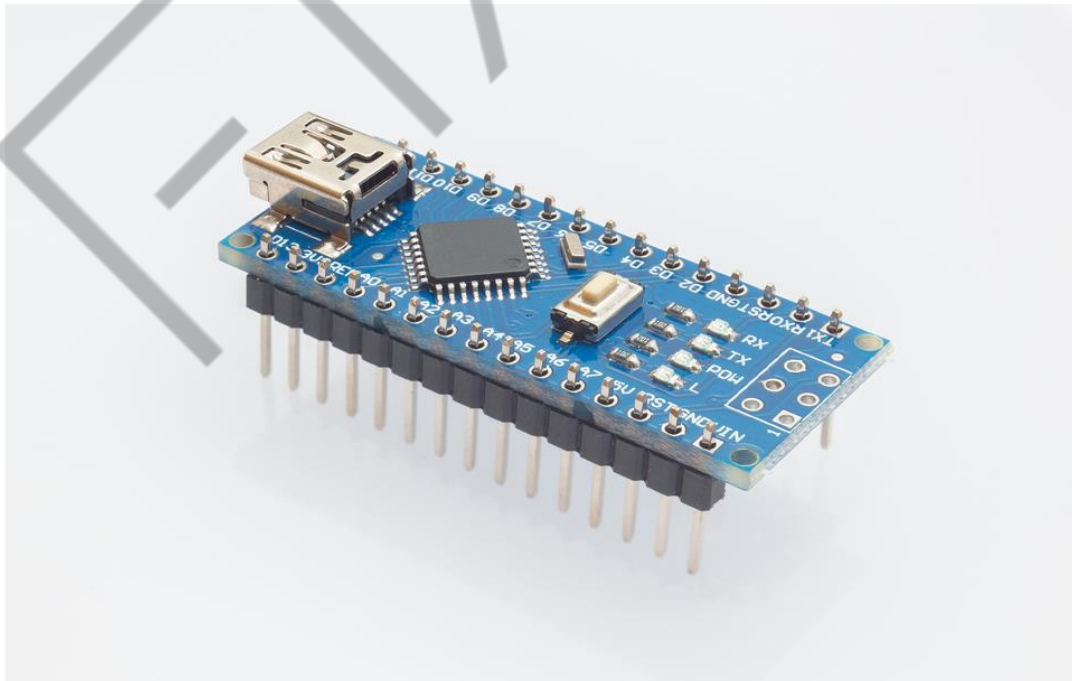


Figura 3.17 – Arduino em sua versão nano  
Fonte: Banco de imagens Shutterstock (2017)

### 3.8.2 Raspberry Pi

Outra placa de prototipação extremamente popular é a Raspberry Pi, um verdadeiro computador do tamanho de um cartão de crédito, que permite a conexão com um monitor de computador ou TV por meio de HDMI, teclado e mouse padrões USB ou Bluetooth, sendo o hardware integrado em uma única placa. Foi desenvolvido no Reino Unido pela Fundação Raspberry Pi, tendo como principal objetivo promover o ensino em Ciência da Computação básica em escolas. Começou a aceitar pedidos do seu primeiro modelo, de fevereiro de 2012, por 35 dólares cada.

Sua mais recente versão, Raspberry Pi 3 model B contém um processador de 1.2Ghz 64-bit quad-core ARMv8, possuindo 1GB de RAM, Wi-Fi e Bluetooth 4.1. Possui quatro slots USB 3.0 e um slot de microSD integrados, e costumeiramente é carregado com um Linux criado especialmente para ele, o Raspian.

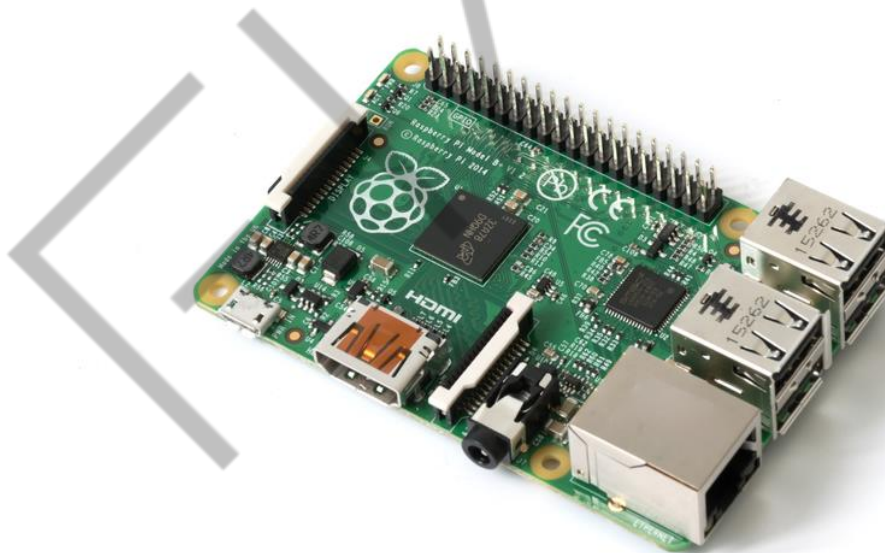


Figura 3.18 – A placa Raspberry Pi  
Fonte: Banco de imagens Shutterstock (2017)

### 3.8.3 Outras placas

Embora Arduino e Raspberry Pi sejam as placas mais populares, existem outras placas de prototipação com outras configurações, geralmente com poder de



processamento e capacidades superiores, com custos acompanhando essa evolução.

Um bom exemplo é a placa Galileo da Intel, que possui arquitetura x86 de 32bits e um processador Intel® Quark™ SoC X1000 com cache de 16Kbytes operando a 400 MHz), um verdadeiro minicomputador.

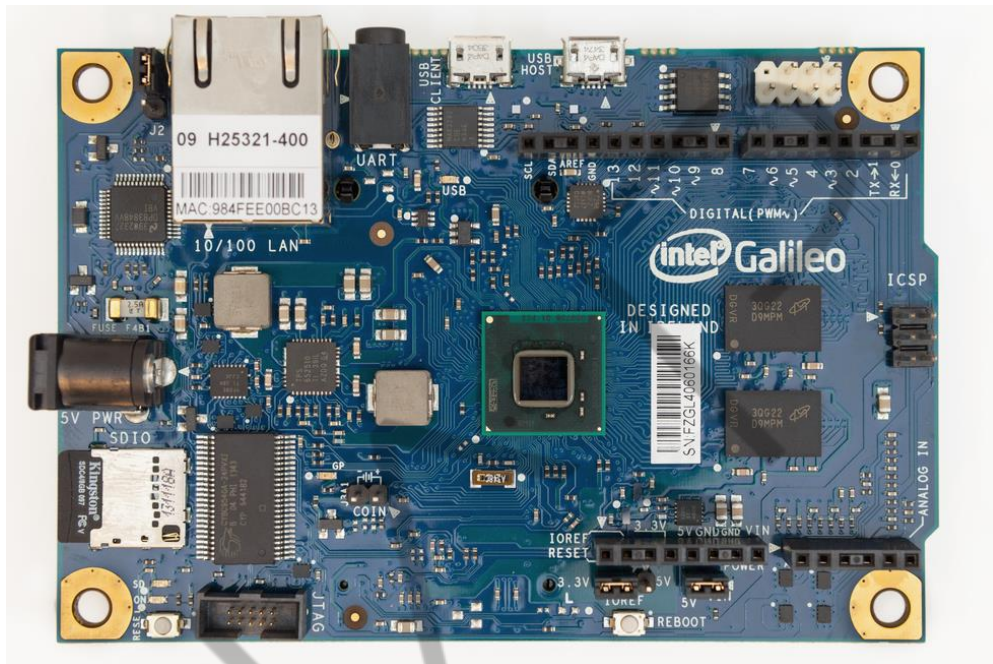


Figura 3.19 – A placa Intel Galileo  
Fonte: Banco de imagens Shutterstock (2017)

### 3.9 Aplicabilidade

A grande evolução tecnológica provida pelas placas de prototipação e a popularização dos sensores e formas de comunicação trazem inúmeras possibilidades de aplicação. Veremos a seguir algumas delas.

#### 3.9.1 Identificação de seres vivos

Uma das mais interessantes aplicações é, sem dúvida alguma, também a mais polêmica. As etiquetas passivas, que são aquelas que se alimentam da própria radiação eletromagnética emitida pelo leitor, podem ser miniaturizadas e encapsuladas em cilindros pequenos, um pouco maiores do que um grão de arroz.

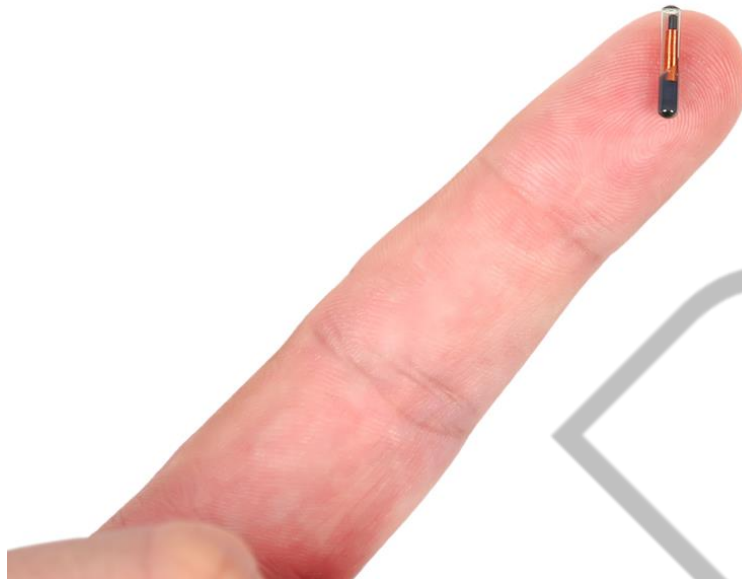


Figura 3.20 – Etiqueta passiva RFID miniaturizada  
Fonte: Banco de imagens Shutterstock (2017)

Esses pequenos chips podem ser implantados em seres vivos de maneira segura, transmitindo algumas informações com a proximidade de um leitor RFID. Os chips são implantados há alguns anos em animais de estimação, especialmente nos Estados Unidos, e vemos sua aplicabilidade no agronegócio, com a identificação de gado. Esse recurso é particularmente útil, já que uma coleira de animal de estimação ou uma *tag* externa em um bovino pode ser facilmente removida ou perdida.

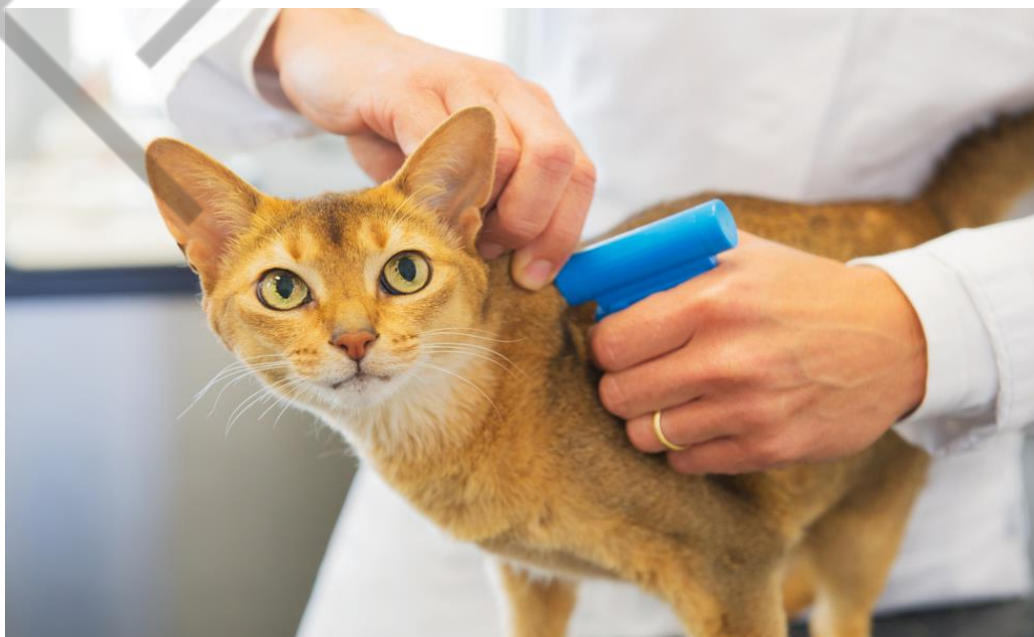


Figura 3.21 – Chip subcutâneo RFID sendo implantado em um gato  
Fonte: Banco de imagens Shutterstock (2017)

No entanto, já existem alguns seres humanos implantando esse tipo de chip, com os mesmos propósitos de identificação.

Segundo a AGÊNCIA EFE (2017), a empresa americana desenvolvedora de software Three Square Market criou uma iniciativa voluntária de implantação desses chips em seus funcionários, facilitando tarefas como abrir portas, acessar computadores, fazer cópias de documentos e compartilhar informação, entre outras funções.

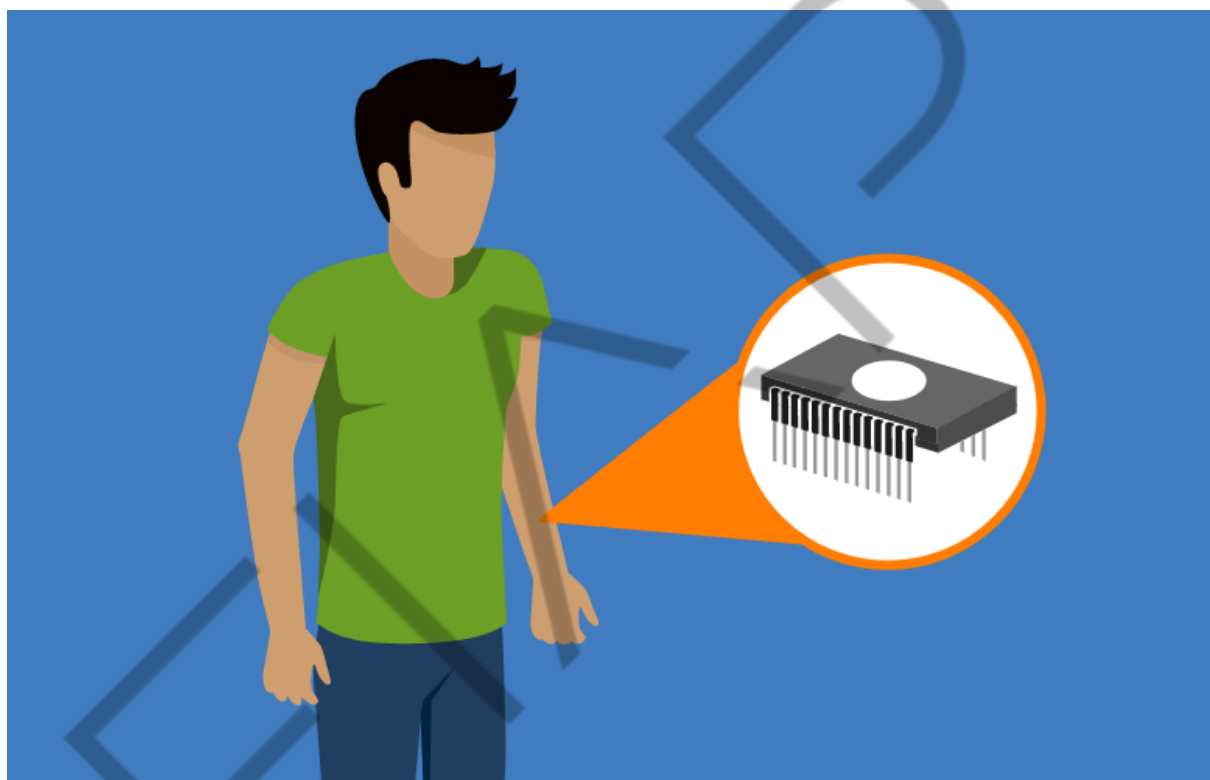


Figura 3.22 – Ilustração de chip implantado em uma pessoa  
Fonte: Banco de imagens Shutterstock (2017), adaptado por FIAP (2017)

Segundo FOXBIT (2017), em um vídeo no YouTube (<https://www.youtube.com/watch?v=vFKbltZWQZU>), é possível assistir a uma aplicação da tecnologia na autorização de pagamentos: o chip é utilizado para identificar o dono de uma carteira virtual, assinando uma transação de transferência de bitcoins.

O assunto é particularmente polêmico, pois esbarra no direito à privacidade; um chip como esse não pode ser facilmente removido e não necessita de bateria, portanto, pode prover a localização de um indivíduo o tempo todo. O sistema está muito longe da eficácia de um sistema de posicionamento global provido por GPS, pois o leitor RFID possui alcance limitado. Em um contraponto, embora não seja

evasivo como um chip implantado, as pessoas já carregam voluntariamente um localizador muito mais eficiente o tempo todo: seus smartphones.

### 3.9.2 Fechaduras inteligentes

Uma *tag* passiva pode ser colocada em um chaveiro e um leitor RFID em uma porta, identificando e liberando a entrada de pessoas. Esse tipo de utilização é cada vez mais comum em condomínios, especialmente na cidade de São Paulo.



Figura 3.23 – Leitor RFID e chaveiros de tags passivas  
Fonte: Banco de imagens Shutterstock (2017)

O mesmo conceito já é aplicado empresarialmente: existem soluções que identificam o colaborador com RFID em uma impressora de rede, liberando sua impressão apenas sob essa condição. Chega de digitar senhas!





Figura 3.24 – O fim da digitação de senhas  
Fonte: Banco de imagens Shutterstock (2017)

### 3.9.3 Maior eficácia na cadeia logística

O baixo custo de uma etiqueta passiva RFID a posiciona como o melhor sucesso do código de barras: já é possível encontrar peças de vestuário (a rede Decathlon é um bom exemplo) que têm etiquetas passivas.



Figura 3.25 – Camisa com uma etiqueta passiva RFID  
Fonte: Banco de imagens Shutterstock (2017)

A etiqueta pode substituir a antiga trava de segurança, tão presente nas roupas em lojas de departamentos, que previnem o roubo de mercadoria. A grande vantagem é que ela não precisa ser removida no ato da compra: a peça pode ser identificada no sistema de segurança da loja como comprada, evitando que os alarmes sonoros nas portas da loja sejam acionados.

Diferente de um código de barras que exige o contato visual de um leitor infravermelho sobre a etiqueta, uma etiqueta RFID pode ser identificada dentro de um raio de ação, sem o contato direto com o leitor. Em um futuro próximo, quando todos os produtos presentes em um supermercado possuírem uma etiqueta como essa, a compra poderá ser relacionada sem se retirar um único produto do carrinho de compras.

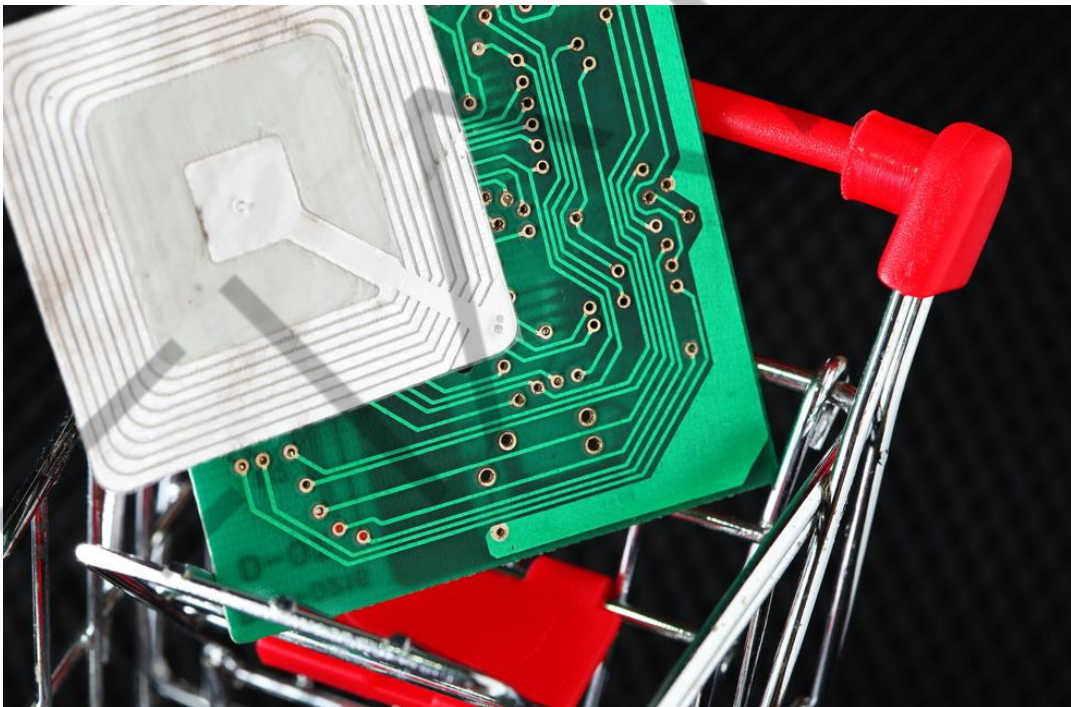


Figura 3.26 – Etiqueta RFID, o melhor amigo do carrinho de supermercado  
Fonte: Banco de imagens Shutterstock (2017)

Esse tipo de identificação já é largamente utilizado na cadeia logística: lotes são identificados com etiquetas como essas, prevenindo o furto e a falsificação de mercadorias, o controle do estoque em armazéns e automatizando a transferência de mercadorias.





Figura 3.27 – Ilustração de um leitor RFID e etiqueta em um lote de produtos  
Fonte: Banco de imagens Shutterstock (2017), adaptado por FIAP (2017)

A automação total dos centros logísticos da Amazon realizada com seus robôs Kiva jamais seria possível sem que os lotes fossem identificados e lidos por seus robôs facilmente.



Figura 3.28 – Robôs Kiva em um centro de distribuição da Amazon  
Fonte: SZAL (2017)

### 3.9.4 Identificação de veículos em praças de pedágio

A empresa SEM PARAR já fornece há alguns anos o serviço de pagamento de pedágios rodoviários e estacionamentos de maneira automatizada, identificando a passagem do veículo e efetuando a cobrança posteriormente.

A solução utilizava uma etiqueta RFID semipassiva, exigindo uma bateria que fortalecia o sinal de retorno. A novidade é o uso de uma etiqueta passiva, aplicada com um adesivo no retrovisor do veículo.



Figura 3.29 – Etiqueta passiva RFID para controle de pedágio  
Fonte: RFIDMoura (2017)

A mesma solução já é utilizada em condomínios paulistanos para o controle de entrada e saída de veículos.



Figura 3.30 – Etiqueta passiva RFID da empresa ConectCar  
Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

### 3.9.5 Cobrança inteligente no transporte público

A solução já existe em várias cidades brasileiras: um *smart card* identifica o cidadão em um leitor NFC presente nas catracas de ônibus e trens metropolitanos, informando seu saldo que é subtraído pela tarifa do transporte, liberando o passageiro.



Figura 3.31 – Bilhete único, o *smart card* NFC utilizado no transporte público da cidade de São Paulo  
Fonte: Outra Cidade / UOL (2017)

### 3.9.6 Wearable devices

Uma das soluções de Internet das Coisas que mais tem se popularizado são os dispositivos vestíveis ou *wearable devices*; trata-se de pulseiras, relógios, óculos, roupas e calçados dotados de sensores que são utilizados para monitorar e armazenar informações, que podem ser exibidas em diferentes tipos de telas, ou enviadas para internet e tratados para Big Data.



Figura 3.32 – Pulseiras inteligentes  
Fonte: Banco de imagens Shutterstock (2017)

As pulseiras inteligentes são os *wearable devices* mais comuns e costumam ser dotadas de um contador de passos e leitor de frequência cardíaca, armazenando essas informações na própria pulseira e transmitindo, de tempos em tempos, para um app no smartphone de seu usuário utilizando Bluetooth. Com essas informações, os aplicativos podem calcular calorias gastas, quilômetros percorridos, qualidade do sono, entre outras informações pertinentes.

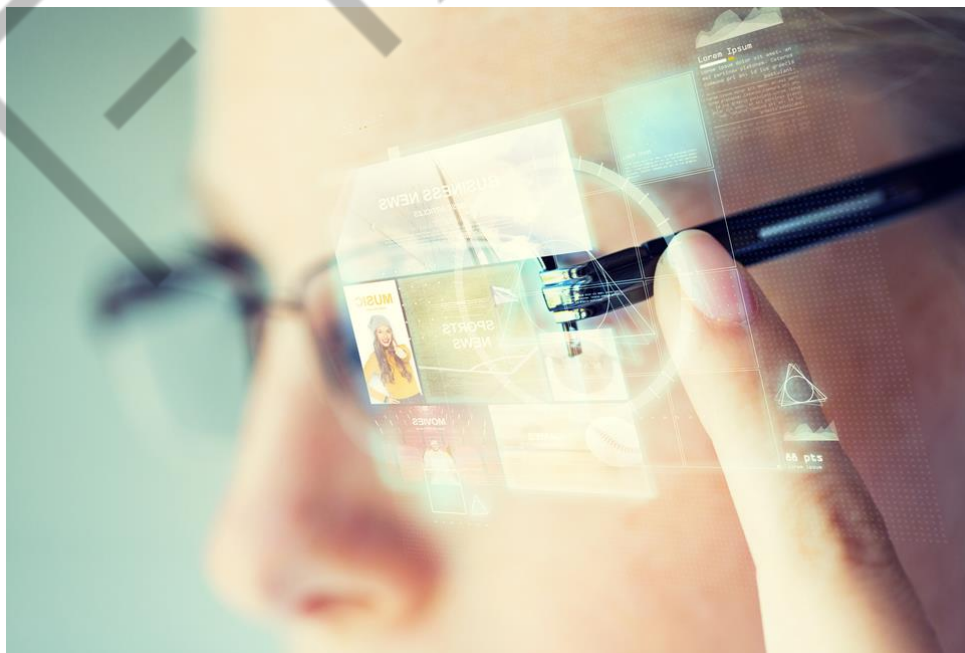


Figura 3.33 – Óculos inteligentes  
Fonte: Banco de imagens Shutterstock (2017)



Óculos inteligentes que projetam telas, tiram fotos e respondem a comandos de voz também começam a surgir no mercado, ainda que timidamente. Existem previsões de óculos ou mesmo pulseiras incorporando as funcionalidades do smartphone, tornando-o mais ubíquo do que nunca.

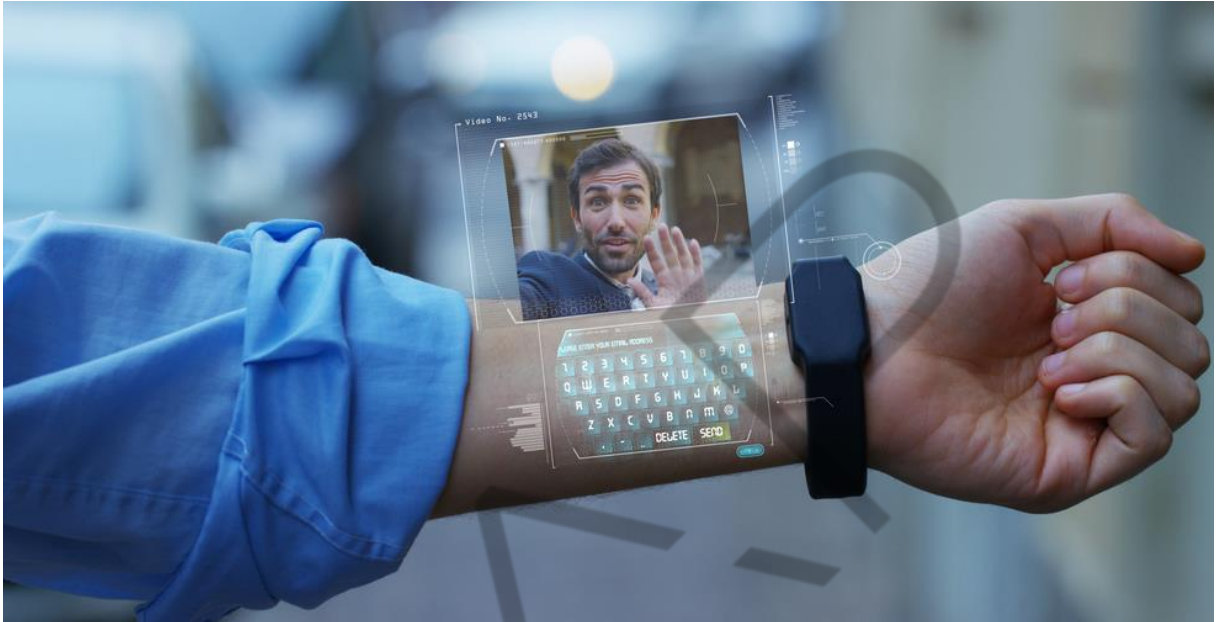


Figura 3.34 – O futuro do smartphone?  
Fonte: Banco de imagens Shutterstock (2017)

### 3.9.7 *Health care* com *wearables* e implantes inteligentes

Embora a maioria das pulseiras inteligentes do mercado tenha um foco em *fitness*, existem outras cujo foco maior é na saúde propriamente dita. Medidores de pressão e monitores de glicose eletrônicos já são equipamentos presentes no mercado, mas agora começam a tomar a forma de vestíveis. Já existem pulseiras que monitoram o nível de glicose de um diabético e, caso detectem níveis preocupantes, acionam atuadores que automaticamente administram a insulina na quantidade necessária para baixá-la para os níveis adequados.



Figura 3.35 – *Wearable device* para a saúde  
Fonte: Banco de imagens Shutterstock (2017), adaptado por FIAP (2017)

Na categoria dos implantes, um dos dispositivos que evoluíram muito é o marca-passo. Sensores detectam a quantidade de batimentos cardíacos e enviam pulsos elétricos na quantidade e na potência exatas para que o coração volte à frequência regular. Além disso, os mais modernos transmitem informações para o smartphone de seu usuário, podendo até mesmo avisar serviços de emergência e o médico do paciente em situações alarmantes.

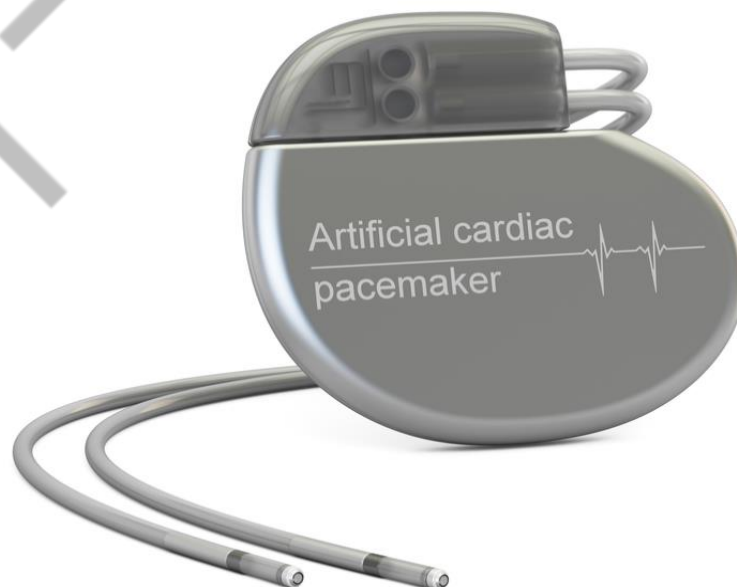


Figura 3.36 – Marca-passos inteligentes  
Fonte: Banco de imagens Shutterstock (2017)



### 3.9.8 “Mordomos” inteligentes

A evolução da conectividade, inteligência artificial e IoT deu origem a um novo tipo de produto, os “mordomos” inteligentes. Trata-se de centrais que recebem comandos de voz de seus usuários, permitindo a automação de tarefas, como compras em comércio eletrônico, ligações telefônicas, agendamento de compromissos, a chamada de um Uber, controle do som ambiente, entre outros propósitos.

Por meio de conectividade sem fio, essas centrais podem controlar as luzes, ventiladores, TVs, termostatos, portas de garagem, sprinklers (irrigadores de jardim), fechaduras, ou qualquer coisa compatível com os padrões de conectividade WeMo, Philips Hue, Sony, Samsung SmartThings, Nest e outros. Esse é o caso do Amazon Echo, cuja assistente virtual se chama Alexa.



Figura 3.37 – Amazon Echo Dot, segunda geração  
Fonte: Banco de imagens Shutterstock (2017)

### 3.9.9 Automação agrícola

O agronegócio brasileiro está em um grande momento, mantendo-se firme mesmo diante da crise econômica do país. Isso não seria possível sem a automação

cada vez mais presente no setor, com maquinários como tratores sem motorista ou colheitadeiras inteligentes que já são uma realidade.

Uma solução cada vez mais presente nesse setor são as estufas inteligentes. Equipadas com os mais diferentes sensores (temperatura, umidade, entre outros), mantêm o monitoramento constante das culturas cultivadas, contando com atuadores que podem acionar irrigadores ou climatizadores, caso os sensores detectem uma perda de umidade ou calor excessivo, controlando automaticamente o plantio com muita eficiência.



Figura 3.38 – Estufa automatizada  
Fonte: Banco de imagens Shutterstock (2017)

### 3.9.10 O futuro da IoT, as cidades inteligentes

Esse grande ecossistema de sensores, muitos deles comunicando-se entre si, concretizará o conceito de computação ubíqua, tornando-a onipresente e, por meio da inteligência artificial e do Big Data, onisciente. As implicações de tamanha simbiose entre mundo físico e virtual são um grande espaço para reflexão e debate, tendo suas previsões mais apocalípticas inspirado filmes como *Duro de Matar 4*, *Minority Report* ou *Eu, Robô*, entre outros filmes de Hollywood.

O contexto trazido pelas Cidades Inteligentes (*Smart Cities*), no entanto, é mais otimista. Uma tecnologia como a Internet das Coisas (IoT), aliada à Inteligência

Artificial (aplicada ao conceito de Governança Algorítmica) e ao *Big Data*, pode tornar mais tolerável a vida nas grandes metrópoles do mundo.

Soluções tecnológicas que viabilizem a sustentabilidade, como medidores inteligentes de água, eletricidade e gás, podem mostrar o consumo em tempo real, permitindo aos munícipes compararem seu consumo com o de seus vizinhos ou o de casas de mesmo porte.

Soluções que melhoram a mobilidade urbana, como os aplicativos Waze ou Moovit, tornam o deslocamento em grandes cidades mais eficiente. Imagine, portanto, essa solução em carros autônomos, ligados entre si em uma grande rede, colocando um fim aos engarrafamentos. Semáforos inteligentes que calculam o tráfego de suas vias, abrindo por mais tempo automaticamente em vias cujo tráfego esteja mais intenso que em outras. Ônibus inteligentes enviando sua localização para a rede o tempo todo, tornando mais precisos o planejamento de rotas e a previsão do tempo de deslocamento.



Figura 3.39 – Ônibus transmitindo sua localização

Fonte: Banco de imagens Shutterstock (2017), adaptado por FIAP (2017)

Casas inteligentes, além de equipadas com sensores, repensadas e replanejadas para serem mais eficientes ocupando menos espaço. Os serviços prestados aos cidadãos pelo poder público, pela polícia, bombeiros ou mesmo serviços prestados pela prefeitura podem ser mais inteligentes e eficientes.

Ferramentas de transparência e votação podem estimular os munícipes a se tornarem mais atuantes na governança das cidades onde vivem.

O futuro trazido pela IoT e computação ubíqua não precisa ser necessariamente trágico: devemos lembrar que a tecnologia é uma ferramenta que pode ser empregada tanto para o bem quanto para o mal. É nossa missão como profissionais envolvidos com a tecnologia conhecer a “caixa de ferramentas” à nossa disposição, e aplicá-las em prol de um futuro melhor.

EXEMPLO

## REFERÊNCIAS

ARDUINO.CC. **About Us.** Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Main/AboutUs>>. Acesso em: 22. out. 2017.

AGÊNCIA EFE. **Empresa dos EUA implantará chips nos funcionários para agilizar tarefas.** 2017. Disponível em: <<https://g1.globo.com/tecnologia/noticia/empresa-dos-eua-implantara-chips-nos-funcionarios-para-agilizar-tarefas.ghtml>>. Acesso em: 8 out. 2017.

BALANI, Naveen. **Cognitive IoT.** Seattle: Amazon Digital Services LLC, 2015.

BLUETOOTH. **Bluetooth Technology Website.** Disponível em: <<https://www.bluetooth.com/>>. Acesso em: 22 out. 2017.

FOXBIT. **Transação bitcoin utilizando chip NFC implantado na mão.** 2017. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=vFKbltZWQZU>>. Acesso em: 8 out. 2017.

INTERNET SOCIETY. **The Internet of Things: An overview.** 2015. Disponível em: <[https://www.internetsociety.org/sites/default/files/ISOC-IoT-Overview-20151014\\_0.pdf](https://www.internetsociety.org/sites/default/files/ISOC-IoT-Overview-20151014_0.pdf)>. Acesso em: 2 set. 2017.

NFC FORUM. **About the Technology.** Disponível em: <<https://nfc-forum.org/what-is-nfc/about-the-technology/>>. Acesso em: 22 out. 2017.

RASPBERRY PI. **About Us.** Disponível em: <<https://www.raspberrypi.org/about/>>. Acesso em: 22 out. 2017.

TONON, Rafael. **Cidades inteligentes.** Disponível em: <<http://revistagalileu.globo.com/Revista/Common/0,,ERT338454-17773,00.html>>. Acesso em: 22 out. 2017.

SZAL, Andy. **Report: Amazon Warehouse Robots Increased By 50% Last Year.** 2017. Disponível em: <<https://www.inddist.com/news/2017/01/report-amazon-warehouse-robots-increased-50-last-year>>. Acesso em: 8 out. 2017.

WEISER, Mark. **The Computer for the 21st Century.** 1991. Disponível em: <<https://www.ics.uci.edu/~corps/phaseii/Weiser-Computer21stCentury-SciAm.pdf>>. Acesso em: 2 set. 2017.

## GLOSSÁRIO

<b>Governança Algorítmica</b>	Gestão e planejamento com base em ações construídas por algoritmos aplicados à vida urbana.
-------------------------------	---

EMANIP