

Internet das Coisas

Abrantes Araújo Silva Filho Brendhom Félix Garcia Brito
Carlos Augusto Caus Couto Eliziel de Paula da Silva
Iuri Alves Contarelli Victor Luchsinger Lube

2018-04-19

Sumário

1	Introdução	1
2	O que é IoT?	3
2.1	Definição e conceitos	3
2.2	Ecosistema da IoT	6
2.3	Breve histórico	8

1 Introdução

Nos últimos anos a tecnologia permitiu a criação e o desenvolvimento de dispositivos com a capacidade de se conectar à Internet e de trocar informações. Esses dispositivos, segundo [Barboza \(2015\)](#), “são objetos físicos, ‘coisas’, que passam a alojar sistemas eletrônicos embarcados com componentes de *software*, sensores e, principalmente conectividade, que permite a esses objetos trocarem informações através da rede”.

Apesar de não haver um consenso na definição do campo de “dispositivos conectados”, o nome Internet das Coisas — do inglês *Internet of Things* (IoT)¹ — passou a significar todo o ecossistema de *hardware* e *software* que permite a conexão dos dispositivos entre si e à Internet.

¹Neste trabalho usaremos o termo “IoT” para indicar todo o ecossistema de dispositivos conectados.

A produção em escala desses dispositivos para IoT com a conseqüente queda no custo de produção, aliado à enorme distribuição de redes de conectividade *wireless*, expandiu de forma exponencial as possibilidades de uso e lucratividade com tal tecnologia. No ano de 2013 a Cisco estimou que esse potencial de mercado era de 14,4 trilhões de dólares em dez anos² (Cisco Systems Inc., 2013d), e que até 2020 haverá 50,1 bilhões de dispositivos conectados à Internet, realizando diversas tarefas e serviços (Cisco Systems Inc., 2013c).

Além das empresas de tecnologia, grandes consultoras de negócios internacionais já apontam o enorme potencial da IoT, explicitamente aconselhando seus clientes a investirem na área. A Morgan Stanley publicou dois relatórios (Morgan Stanley, 2013, 2014) que apontam enorme potencial de ganhos, e a Oliver Wyman (2015) classifica a IoT como “uma nova revolução capaz de romper os modelos de negócios tradicionais”.

Até mesmo governos, que geralmente são mais lentos na adoção de novas tecnologias, já se movimentam para estudar, testar e implantar soluções concetadas. O Reino Unido, por exemplo, estabeleceu para si a meta de se tornar, através do investimento em IoT, a “nação mais digital entre os componentes do G8³” e “o líder mundial no desenvolvimento e implementação da IoT” (Walport, 2014).

E por que toda essa agitação em torno da IoT? Porque as suas aplicações são praticamente inesgotáveis, variando desde uma simples *Smart-TV* capaz de se conectar à Internet e atualizar a programação de filmes disponíveis ou de um simples sistema de irrigação de jardim capaz de obter a previsão de chuva a partir de serviços na Internet e ajustar a periodicidade na qual a grama será molhada, até dispositivos complexos como um marca-passo cardíaco capaz de informar automaticamente ao médico ou uma equipe de emergência uma possível disfunção miocárdica que exija tratamento imediato.

Este trabalho pretende apresentar uma visão geral do campo da IoT, incluindo os seguintes tópicos:

- Definições e conceitos
- Histórico
- Vantagens e desvantagens
- Riscos e perigos
- Exemplos de aplicações (que deram certo e errado)

²De 2013 a 2022, considerando o mercado global.

³França, Alemanha, Reino Unido, Japão, Canadá, Itália, Estados Unidos e Rússia (esta foi afastada recentemente sob a acusação de violação da soberania nacional da Ucrânia).

- Tecnologias utilizadas

Além disso este trabalho apresentará uma breve descrição de um protótipo de cofre conectado à Internet por um Arduino⁴, que será desenvolvido pelos autores como uma prova de conceito da IoT.

2 O que é IoT?

2.1 Definição e conceitos

Não existe um consenso estabelecido sobre o que realmente é a IoT e qual a melhor maneira de definí-la. Isso ocorre devido a relativa pouca idade e maturação do campo, devido às divergentes visões dos dispositivos pioneiros de IoT, e devido ao praticamente ilimitado potencial de uso para diferentes atividades e serviços em diversas áreas (indústria, doméstica, saúde, financeira, engenharia e muitas outras). Se a IoT estará presente em “tudo” e servirá para “tudo”, como definí-la precisamente?

Inicialmente vamos eliminar uma visão simplória e quase caricata da IoT: a “geladeira conectada que compra leite fresco” (Figura 1). Walport (2014) argumenta que esse tipo de estereótipo somente contribui para “trivializar a importância da IoT” e mascarar o verdadeiro potencial de impacto na sociedade. Eletrodomésticos conectados são uma pequena parte da IoT, mas não a mais importante.

⁴<https://www.arduino.cc/>

Figura 1: “A porta-voz da Samsung, Kai Madden, exibe o recurso de conectividade em uma geladeira inteligente Samsung” (Bajarin, 2014).



Foto de David Becker, retirada do artigo de Bajarin (2014), disponível em <http://time.com/539/the-next-big-thing-for-tech-the-internet-of-everything/>

Se a IoT não se resume a eletrodomésticos conectados, o que ela é de fato? As grandes empresas de tecnologia definem IoT do seguinte modo:

- **SAP:** “A Internet das Coisas é uma rede de objetos físicos — veículos, máquinas, eletrodomésticos e outros — que usam sensores e APIs para conectar e trocar dados na Internet” (SAP SE, 2018b).
- **SAS:** “A Internet das Coisas é o conceito de objetos do cotidiano — de máquinas industriais à dispositivos vestíveis — usando sensores embutidos para coletar dados e tomar uma ação sobre esses dados através da rede” (SAS Institute, 2018).
- **IBM:** “A Internet das Coisas refere-se à variedade crescente de dispositivos conectados que enviam dados através da Internet. Uma ‘coisa’ é qualquer objeto com eletrônica embarcada que pode transferir dados em uma rede — sem nenhuma interação humana” (IBM, 2018a,b).
- **Cisco:** “A Internet das Coisas (IoT) refere-se simplesmente à conexão em rede de objetos físicos” (Cisco Systems Inc., 2013b).
- **Amazon:** “Um sistema de dispositivos ubíquos conectando o mundo físico à nuvem” (Amazon Web Services, 2018).

- **Microsoft:** embora a Microsoft não defina explicitamente o que ela entende por IoT, em um vídeo institucional sobre a plataforma *Microsoft IoT* podemos deduzir que o conceito de IoT envolve conectar as partes mais vitais de seu negócio (pessoas, ativos, processos e sistemas), do chão de fábrica aos “campos” para aumentar o alcance da empresa e fazer melhor uso dos recursos (Microsoft, 2018).
- **Google:** a empresa também não fornece uma definição explícita mas sua plataforma *Google Cloud IoT Core* está voltada à “conexão segura, coleta e gerenciamento de dados a partir de milhões de dispositivos globalmente dispersos [...] para processar, analisar e visualizar dados em tempo real para suportar o aumento da eficiência operacional” (Google, 2018).

Um grande esforço de entendimento e conceituação da IoT foi realizado pelo *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)* que, reconheceu a grande importância do tema (IEEE, 2014), revisou a definição de IoT de várias organizações, projetos de pesquisa, governos e instituições de ensino, e publicou em 2015 sua própria definição de IoT no relatório^{5, 6} “*Towards a definition of the Internet of Things (IoT)*” (IEEE, 2015). A definição proposta pelo IEEE é a seguinte:

“A Internet das Coisas (IoT) é uma rede complexa, auto-configurável e adaptativa, que interconecta ‘coisas’ à Internet através do uso de protocolos de comunicação padronizados. As coisas interconectadas têm representação física ou virtual no mundo digital, com capacidades sensoriais, de atuação e programabilidade, e são unicamente identificáveis. A representação contém informação sobre a coisa incluindo sua identidade, status, localização ou qualquer outra informação relevante, privada, social ou empresarial. A coisa oferece serviços, com ou sem a intervenção humana, através da exploração de sua identificação única, dados capturados, comunicação e capacidade de atuação. Os serviços são explorados através do uso de interfaces inteligentes e estão disponíveis em qualquer lugar, a qualquer hora e para qualquer um ou qualquer coisa, levando em consideração questões de segurança.” (IEEE, 2015)

⁵<https://iot.ieee.org/definition.html>

⁶O IEEE revisou as definições e conceituações de IoT de 8 organismos internacionais de padronização, 8 projetos de pesquisa em IoT, 3 iniciativas de governos, 7 relatórios institucionais de empresas e consultorias, 5 livros que tratam exclusivamente de IoT e 3 definições fornecidas por indústrias que lidam com IoT.

Dissecando a definição da IEEE podemos compreender melhor cada parte da IoT:

1. **Coisa:** é qualquer dispositivo que possa ser conectado à Internet, variando desde um minúsculo sensor até um carro ou outro grande equipamento, e que tenha capacidade sensorial, de atuação ou de programabilidade.
2. **Identificação única:** cada coisa deve ser unicamente identificável na Internet pois só assim pode-se captar dados relevantes e oferecer serviços importantes para cada um.
3. **Ubiquidade:** as coisas e os serviços por elas disponibilizados devem estar disponíveis em qualquer lugar, a qualquer hora e para qualquer um ou qualquer coisa (note-se que uma coisa pode oferecer serviços para outras coisas).
4. **Rede:** as coisas conversam, trocam dados e oferecem serviços através de uma rede complexa, atualmente a Internet.
5. **Autonomia:** as coisas devem ser capazes de obter dados e oferecer serviços sem a intervenção humana (não excluindo a possibilidade da participação humana ativa também).
6. **Segurança:** toda essa atividade de coleta e troca de dados via rede resulta em desafios imensos relacionados à segurança e privacidade das informações, e as questões de segurança devem ser tratadas pelas coisas e seus protocolos de comunicação.

2.2 Ecossistema da IoT

Todas as “coisas” conectadas à internet, incluindo todo o *hardware* e *software* formam o “ecossistema da IoT” (ver Figuras 2 e 3).

O *hardware* inclui os próprios dispositivos, sensores, atuadores, servidores de processamento, servidores de armazenamento de dados, infra-estrutura de rede, infra-estrutura de nuvem, equipamentos de backup, etc. Enfim, inclui tudo o que é necessário para manter a estrutura da IoT funcionando.

O *software* inclui os sistemas embarcados nos dispositivos, os sistemas nos servidores, os sistemas de coleta e análise de dados ou qualquer outro sistema ou programa para que a IoT funcione adequadamente.

Figura 2: Ecosystema, características e escopo da IoT.

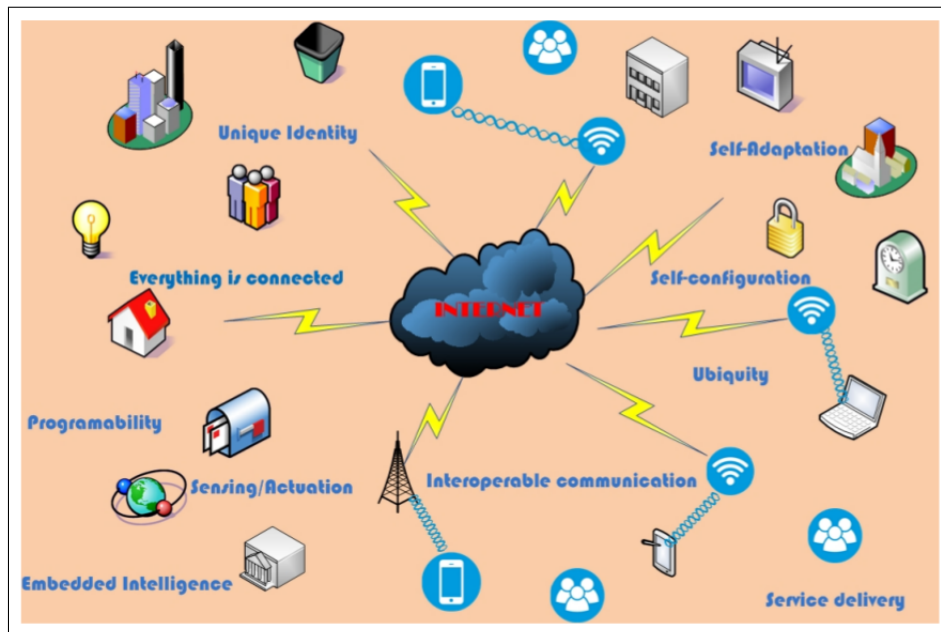


Ilustração retirada do relatório do [IEEE \(2015\)](#)

Figura 3: Ecosystema da IoT.



Ilustração retirada do relatório de [Walport \(2014\)](#)

Alguns autores (Walport, 2014; IEEE, 2015; Barboza, 2015) identificam, a grosso modo, dois “tamanhos” de ecossistema para as aplicações da IoT: pequena ou grande escala. O que diferencia entre essas duas é a complexidade em termos de:

- Número de dispositivos
- Propriedade e gerenciamento das coisas

Um ecossistema IoT de pequena escala corresponde à uma rede de dispositivos pouco complexa, com relativamente poucos dispositivos e, principalmente, com um único proprietário gerenciador. Aqui se encaixam as soluções de IoT de um único fabricante. Por exemplo: sistemas para a irrigação de jardins que utilizam dados de previsão do tempo, sistemas em veículos que indicam ao motorista a necessidade de manutenção preventiva, sistemas em marca-passos cardíacos que avisam à equipe médica se algum problema ocorrer.

Por outro lado, um ecossistema IoT de grande escala corresponde à uma rede de dispositivos muito complexa, com muitos dispositivos e, principalmente, com diversos proprietários e gerenciadores (que podem até não ter relacionamentos explícitos entre eles). Segundo o IEEE (2015), “nesse contexto, a complexidade torna-se dominante e elementos como escalabilidade, lógica distribuída, etc., tornam-se essenciais. Todas as abordagens tradicionais para gerenciamento de confiança, nomeação, descoberta, etc., devem ser completamente repensadas”.

As soluções de pequena escala, apesar do nome, já causam profundo impacto na sociedade mas o maior potencial para a IoT será quando for possível conectar todos os dispositivos, de todos os fabricantes, em um ecossistema de grande escala (Walport, 2014; IEEE, 2015; Bhatt et al., 2017; IEEE, 2014; McKinsey Global Institute, 2015; Moolayil, 2016; Raj e Raman, 2017; Oliver Wyman, 2015; SAP SE, 2018a; Cisco Systems Inc., 2013a,d,b,e,h,f,g).

Obviamente, apesar do grande potencial em conectar todos os dispositivos, de todos os fabricantes, em uma grande rede comum de troca de informações e prestação de serviços, existem grandes obstáculos a serem superados até que essa visão de futuro possa ser alcançada (Walport, 2014).

2.3 Breve histórico

Referências

- AMAZON WEB SERVICES. *AWS IoT Services Overview*. Website corporativo da Amazon AWS, 2018. URL: <https://aws.amazon.com/iot/>. Acessado em 15 de abril de 2018.
- BAJARIN, Tim. *The Next Big Thing for Tech: The Internet of Everything*. Time Magazine Online, 2014. URL: <http://time.com/539/the-next-big-thing-for-tech-the-internet-of-everything/>. Acessado em 15 de abril de 2018.
- BARBOZA, Lucas Carlos. *Modelo de arquitetura baseado em um sistema de internet das coisas alicada à automação residencial*. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015. URL: <http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180500/tce-02022016-160158/>.
- BHATT, Chintan; DEY, Nilanjan; e ASHOUR, Amira S. (Eds.). *Internet of Things and Big Data Technologies for Next Generation Healthcare*. 1 ed. Switzerland: Springer, 2017. ISBN 9783319497358. URL: <https://www.amazon.com/Internet-Technologies-Generation-Healthcare-Studies/dp/3319497359>.
- CISCO SYSTEMS INC. *The Internet of Everything (IoE): A \$4.6 Trillion Public-Sector Opportunity*. Rel. Téc., Cisco Systems, San Francisco, 2013a. URL: http://internetofeverything.cisco.com/sites/default/files/docs/en/ioe_public_sector_vas_white%20paper_121913final.pdf.
- CISCO SYSTEMS INC. *The Internet of Everything (IoE): Cisco IoE Value Index Study*. Rel. Téc., Cisco Systems, San Francisco, 2013b. URL: http://internetofeverything.cisco.com/sites/default/files/docs/en/ioe-value-index_FAQs.pdf.
- CISCO SYSTEMS INC. *The Internet of Everything (IoE) Connections Counter*. Rel. Téc., Cisco Systems, San Francisco, 2013c. URL: <https://newsroom.cisco.com/feature-content?type=webcontent&articleId=1208342>.
- CISCO SYSTEMS INC. *The Internet of Everything (IoE): Global Private Sector Economic Analysis*. Rel. Téc., Cisco Systems, San Francisco, 2013d. URL: https://www.cisco.com/c/dam/en_us/about/ac79/docs/innov/IoE_Economy_FAQ.pdf.

- CISCO SYSTEMS INC. *The Internet of Everything (IoE): Global Public Sector Economic Analysis*. Rel. Téc., Cisco Systems, San Francisco, 2013e. URL: http://internetofeverything.cisco.com/sites/default/files/docs/en/ioe_value_at_stake_public_sector%20analysis_faq_121913final.pdf.
- CISCO SYSTEMS INC. *The Internet of Everything (IoE): How Much Value Are Private-Sector Firms Capturing from IoE in 2013?* Rel. Téc., Cisco Systems, San Francisco, 2013f. URL: http://internetofeverything.cisco.com/sites/default/files/docs/en/ioe-value-index_Whitepaper.pdf.
- CISCO SYSTEMS INC. *The Internet of Everything (IoE): Top 10 Insights from Cisco's IoE Value at Stake Analysis for the Public Sector*. Rel. Téc., Cisco Systems, San Francisco, 2013g. URL: http://internetofeverything.cisco.com/sites/default/files/docs/en/ioe_vas_public_sector_top_10%20insights_121313final.pdf.
- CISCO SYSTEMS INC. *The Internet of Everything (IoE): Top 10 Insights from Cisco's IoE Value Index Survey of 7500 Decision Makers Across 12 Countries*. Rel. Téc., Cisco Systems, San Francisco, 2013h. URL: http://internetofeverything.cisco.com/sites/default/files/docs/en/ioe-value-index_top-10-insights_052413final.pdf.
- GOOGLE. *Google Clout IoT Core*. Website corporativo da Google Cloud, 2018. URL: <https://cloud.google.com/iot-core/>. Acessado em 15 de abril de 2018.
- IBM. *The Internet of Things becomes the Internet that thinks with Watson IoT*. Website corporativo da IBM, 2018a. URL: <https://www.ibm.com/internet-of-things>. Acessado em 15 de abril de 2018.
- IBM. *What is the IoT?* Website corporativo da IBM, 2018b. URL: <https://www.ibm.com/internet-of-things/learn/what-is-iot/>. Acessado em 15 de abril de 2018.
- IEEE. *The Internet of Things (IoT)*. Rel. Téc., Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), New York, 2014. URL: http://theinstitute.ieee.org/ns/quarterly_issues/timar14.pdf.
- IEEE. *Towards a definition of the Internet of Things (IoT)*. Rel. Téc., Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), New

- York, 2015. URL: https://iot.ieee.org/images/files/pdf/IEEE_IoT_Towards_Definition_Internet_of_Things_Revision1_27MAY15.pdf.
- MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. *The Internet of Things: mapping the value beyond the hype*. Rel. Téc., McKinsey & Company, New York, 2015. URL: https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/The%20Internet%20of%20Things%20The%20value%20of%20digitizing%20the%20physical%20world/Unlocking_the_potential_of_the_Internet_of_Things_Executive_summary.ashx.
- MICROSOFT. *Internet of Things (IoT)*. Website corporativo da Microsoft, 2018. URL: <https://www.microsoft.com/en-us/internet-of-things/>. Acessado em 15 de abril de 2018.
- MOOLAYIL, Jojo. *Smarter Decisions: The Intersection of Internet of Things and Decision Science*. 1 ed. Birmingham: Packt Publishing, 2016. ISBN 9781785884191. URL: <https://www.amazon.com/Smarter-Decisions-Intersection-Internet-Decision/dp/1785884190/>.
- MORGAN STANLEY. *The Internet of Things in now*. Rel. Téc., Morgan Stanley & Co., New York, 2013. URL: http://www.morganstanleyiq.ch/EN/binaer_view.asp?BinaerNr=3908.
- MORGAN STANLEY. *The 'Internet of Things' Becomes Personal*. Rel. Téc., Morgan Stanley & Co., New York, 2014. URL: http://byinnovation.eu/wp-content/uploads/2014/11/MORGAN-STANLEY-BLUE-PAPER_Internet-of-Things.pdf.
- OLIVER WYMAN. *The Internet of Things: disrupting traditional business models*. Rel. Téc., Oliver Wyman, New York, 2015. URL: http://www.oliverwyman.com/content/dam/oliver-wyman/global/en/2015/jun/Internet-of-Things_Report.pdf.
- RAJ, Pethuru e RAMAN, Anupama C. *The Internet of Things: Enabling Technologies, Platforms, and Use Cases*. 1 ed. CRC Press, 2017. ISBN 9781498761284. URL: <https://www.amazon.com/Internet-Things-Enabling-Technologies-Platforms/dp/1498761283>.

- SAP SE. *Insights on the Future of the Internet of Things (IoT)*. Rel. Téc., SAP SE Company, Newtown Square, 2018a. URL: <https://www.sap.com/docs/download/2017/06/e825c3a3-c27c-0010-82c7-eda71af511fa.pdf>.
- SAP SE. *What is the Internet of Things (IoT)?* Website corporativo da SAP SE Company, 2018b. URL: <https://www.sap.com/trends/internet-of-things.html>. Acessado em 15 de abril de 2018.
- SAS INSTITUTE. *Internet of Things (IoT): What it is and why it matters*. Website corporativo do SAS Institute, 2018. URL: https://www.sas.com/en_us/insights/big-data/internet-of-things.html. Acessado em 15 de abril de 2018.
- WALPORT, Mark. *The Internet of Things: making the most of the Second Digital Revolution*. Rel. Téc., United Kingdom Government Office for Science, London, 2014. URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/409774/14-1230-internet-of-things-review.pdf.