

## Capítulo

# 1

## Internet das Coisas: da Teoria à Prática.

Bruno P. Santos, Lucas A. M. Silva, Bruna S. Peres, Clayson S. F. S. Celes,  
João B. Borges Neto, Marcos Augusto M. Vieira, Luiz Filipe M. Vieira,  
Olga N. Goussevskaia e Antonio A. F. Loureiro

Departamento de Ciência da Computação – Instituto de Ciências Exatas  
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) – Belo Horizonte, MG – Brasil

{bruno.ps, lams, bperes, claysonceles, joaoborges, mmvieira, lfvieira,  
olga, loureiro}@dcc.ufmg.br

### **Resumo**

*A proliferação de objetos com capacidade de monitoramento, processamento e comunicação é crescente nos últimos anos. Diante disso, aparece o cenário de Internet das Coisas (Internet of Things - IoT) onde objetos podem se conectar à Internet e prover comunicação entre usuários, dispositivos (D2D), máquinas (M2M) e formarem novas aplicações. Várias questões teóricas e práticas surgem no desenvolvimento de IoT, por exemplo, como conectar esses objetos à Internet e como endereçar os objetos. Aliado a essas perguntas diversos desafios devem ser superados, por exemplo, como lidar com as restrições de processamento, largura de banda e energia dos dispositivos. Neste sentido, novos paradigmas de comunicação e roteamento podem ser explorados. Questões relacionadas ao endereçamento IP e como adaptá-lo precisam ser respondidas. Oportunidades de novas aplicações em uma rede de objetos inteligentes aparecem e, junto com essas aplicações, também surgem novos desafios.*

*O objetivo deste minicurso é descrever o estado atual da Internet das Coisas da teoria à prática, e discutir desafios e questões de pesquisa. Através de uma abordagem crítica, é exposto uma visão geral da área, ilustrando soluções parciais e/ou totais propostas na literatura para as questões mencionadas, além de destacar os principais desafios e oportunidades que a área oferece.*

## **1.1. Introdução BRUNO (MAX 5 PG)**

- Breve introdução identificando os pontos que o minicurso aborda.
- O que são Objetos Inteligentes e qual sua posição no mundo das redes (Rede de Objetos Inteligentes sem conexão com a rede IP X Objetos Inteligentes com IP)?

### **1.1.1. Motivação**

- A história e a evolução dos dispositivos embarcados e RSSF
- A IoT não como um fim em si, é um meio para atingir a computação ubíqua e pervasiva
- A computação ubíqua e pervasiva

### **1.1.2. Objetivos do minicurso**

### **1.1.3. Desafios para objetos inteligentes**

- Dispositivos, Tecnologias, Software e aplicações aqui colocados para criar um gancho para o restante do texto.

### **1.1.4. Estrutura do minicurso.**

## **1.2. Dos Dispositivos e Tecnologias de Comunicação LUCAS / LOUREIRO (MAX 7 PG)**

### **1.2.1. História dos objetos inteligentes LUCAS**

- História dos objetos inteligentes (um comparativo entre os elementos das redes de computadores convencionais e do que se chama hoje IoT)
  - Focar na capacidade de monitoramento (sensores), ou seja, a captação de dados é um grande diferencial destes novos elementos.
  - Se possível construir uma ligação com os novos desafios que surgem (seção Gerenciamento e Análise dos dados oriundos da IoT)

### **1.2.2. Arquiteturas básica dos dispositivos (processador, memória, bateria, sensores) LUCAS**

### **1.2.3. Tecnologias de comunicação LUCAS**

- Quais são as tecnologias de comunicação mais utilizadas nas redes de dispositivos inteligentes? Cabeada x Sem fio?
- Infográfico diferenciando as tecnologias de comunicação

#### **1.2.4. Dispositivos suas limitações e desafios que geram LOUREIRO**

- Limitações (processamento, memória, energia)
- Custo, qualidade do HW, tamanho e outros...
- Levantar a discussão sobre conhecimento prévio das redes de computadores (tanto de HW quanto de SW) e como devemos adaptá-los para esse novo mundo. O foco maior deve ser dado nas limitações do HW
- Energia como um grande desafio
  - Energy Harvesting
    - \* O que é? Como fazer? Quais as direções?
    - \* Exemplo da reunião: Dado que temos os dispositivos com capacidade de adquirir energia do ambiente e armazenar. Como programar as atividades que o dispositivo deve desempenhar dado o orçamento de energia (energy buget), isto é, como gastar a energia em função das atividades que se deve fazer?

### **1.3. Da Teoria aos Softwares e Ambientes de Desenvolvidimentos BRUNO / LUCAS / BRUNA (MAX 15 pg)**

#### **1.3.1. O SW das Redes de Computadores convencionais X SW para dispositivos inteligentes. BRUNO**

- O SW deve ser pensado levando em considerações as limitações que em geral os dispositivos apresentam

#### **1.3.2. Paradigmas de comunicação dos dispositivos inteligentes BRUNO/BRUNA**

- Disseminação X Coleta X Par-a-Par
  - Como explorar os paradigmas para melhorar o desempenho dos dispositivos?
  - Muitos-para-um Ex: CTP, MultHopLQI...
  - Um-para-muitos: Direct Difusion, Deluxe, DIP/DRIP, CodeDRIP....
  - Qualquer-para-Qualquer: RPL, XCTP, Matrix
  - Localizá-los baseado em seu paradigma através de infográfico
  - Apresentar um comparativo que os diferencia

#### **1.3.3. Modelos de conectividade Redes de Objetos inteligentes X IoT BRUNO**

- Autonomous Smart Objects networks - objetos que não requerem nenhuma conexão com a Internet (Ex: smart grids)
- Internet of Things - onde objetos inteligentes realmente estão conectados à Internet pública e podem ser acessados diretamente ou através de middlewares.

#### **1.3.4. Arquitetura TCP-UDP/IP para IoT. Ou o que não pôde ser reutilizado talvez possa ser adaptado LUCAS**

1. IP para Objetos Inteligentes? (Arquitetura TCP-UDP/6LoWPAN)
2. Adaptações do IPv6 para chegar ao 6LoWPAN
3. Pilhas TCP-UDP/6LowPAN reduzidas
  - $\mu$ IP e lwIP

#### **1.3.5. Ambientes de desenvolvimento BRUNA**

- Software geralmente deve mais enxuto
- Novas linguagens de programação
- Sistemas Operacionais
  1. Contiki
  2. TinyOS
- Simuladores
  1. NS2/NS3
  2. Cooja
  3. Tossim
  4. OMNet++/Castalia
  5. Sinalgo

#### **1.3.6. SW suas limitações e desafios que geram LUCAS/BRUNA**

- Problema do Gateway
  - Onde a “inteligência” deve ficar?
    - \* Se no Gateway outras questões surgem: se a conexão for perdida? e se for uma queda temporária? como implementar confirmações entre os dispositivos?)
    - \* Se nos dispositivos: como enfrentar o trade-off com as limitações?
  - Gateway fixo ou diferentes gateways?
  - Privacidade e Segurança
    - \* Ex: Se o gateway é um dispositivo de terceiros como manter a troca de informações de modo seguro? Se for um dispositivo de terceiros quais seriam os incentivos alguém transmita seus dados?
  - IP móvel
    - \* Mobility Support in IPv6 RFC 6275

#### **1.4. IoT na Prática BRUNO/BRUNA (MAX 5 pg)**

- Definir quais serão os experimentos.
  - A proposta inicial seria:
    - \* Instalar os códigos RPL/6LowPAN de um ou dos SOs TinyOS e Contiki, porém existe o problema de como explicar tal instalação no texto que pode ser extenso. Além da instalação, será apresentada uma demonstração consultas aos sensores dos nós através de requisições CoAP
    - \* Realizar uma consulta em uma plataforma middleware tal como o João utiliza a Xyvely
    - \* OBS: vale notar que as demonstrações serão realizadas ao longo da apresentação e não em um momento específico.
    - \* OBS: podemos criar um vídeo para exemplificar de forma mais rápida e confiável, mas ainda assim seria interessante levar os motes reais para validar o conteúdo do vídeo.

#### **1.5. Gerenciamento e Análise de Dados LUCAS/JOÃO/CLAYSON (MAX 15 pg)**

##### **1.5.1. Técnicas para abstrair a heterogeneidade dos dispositivos LUCAS**

- CoAP, MQTT...
  - Um exemplo de abstração (RESTFul)
- Ferramentas existentes (Plataformas de middleware)\* JOÃO
  - Vai ocorrer alguma sobreposição com o minicurso passado (Plataformas para Internet das Coisas)

##### **1.5.2. O manejo com dados oriundos dos dispositivos inteligentes CLAYSON**

- Formato dos dados (JSON, XML ...)
- Aspectos dos dados
  - Espaços, Correlatos, Diferentes fontes, Imprecisos...

##### **1.5.3. Questões de pesquisa JOÃO**

- Qualidade dos dados (Estudo de caso)
- Fusão de dados (uma questão e 2 níveis de problemas)
  - com o artigo que o professor passou para Bruno e João, ou seja fusão (Estudo de caso).
  - in-networks
  - ITS

## 1.6. IoT como o meio para a Computação Ubíqua e pervasiva **LOUREIRO (MAX 2 PG)**

1. Exemplos de Aplicações (Automação residencial, Smart Cities, Urban Networks, Monitoramento de Saúde)
2. Definição de entidades
  - Diferentes tipos
  - Diferentes contextos (Físico e Lógicos)
3. Aquisição de contexto através dos dados dos dispositivos inteligentes
4. Elementos para monitoramento (sensores)
5. O papel da “*Cloud Computing*”

## 1.7. Considerações Finais **A DEFINIR (MAX 2 pg)**

- Questões não comentadas no capítulo (essas questões devem entrar em alguma seção?)
  - Como tornar os dispositivos Plug & Play
  - Localização (quais os problemas existentes? como fazer?)
  - Segurança
  - Descoberta de Serviços
  - Desempenho X quantidades de acessos
- Revisão do texto e de forma tabular listar os problemas de pesquisa de cada seção.
- Agradecimentos

## Referências

- [Chaouchi 2013] Chaouchi, H. (2013). *The internet of things: connecting objects*. John Wiley & Sons.
- [de França et al. 2011] de França, T. C., Pires, P. F., Pirmez, L., Delicato, F. C., and Farias, C. (2011). Web das coisas: conectando dispositivos físicos ao mundo digital.
- [Loureiro et al. 2003] Loureiro, A. A., Nogueira, J. M. S., Ruiz, L. B., Mini, R. A. d. F., Nakamura, E. F., and Figueiredo, C. M. S. (2003). Redes de sensores sem fio. In *Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores (SBRC)*, pages 179–226.
- [Paulo F. Pires 2015] Paulo F. Pires, Flavia C. Delicato, T. B. (2015). Plataformas para a Internet das Coisas.
- [Vasseur and Dunkels 2010] Vasseur, J.-P. and Dunkels, A. (2010). *Interconnecting smart objects with ip: The next internet*. Morgan Kaufmann.

[Vieira et al. 2010] Vieira, L., Loureiro, A., Fernandes, A., and Campos, M. (2010). Redes de Sensores Aquáticas. *XXVIII Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos*, Gramado, RS, Brasil, 24.