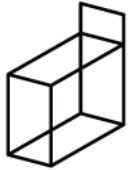
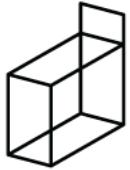


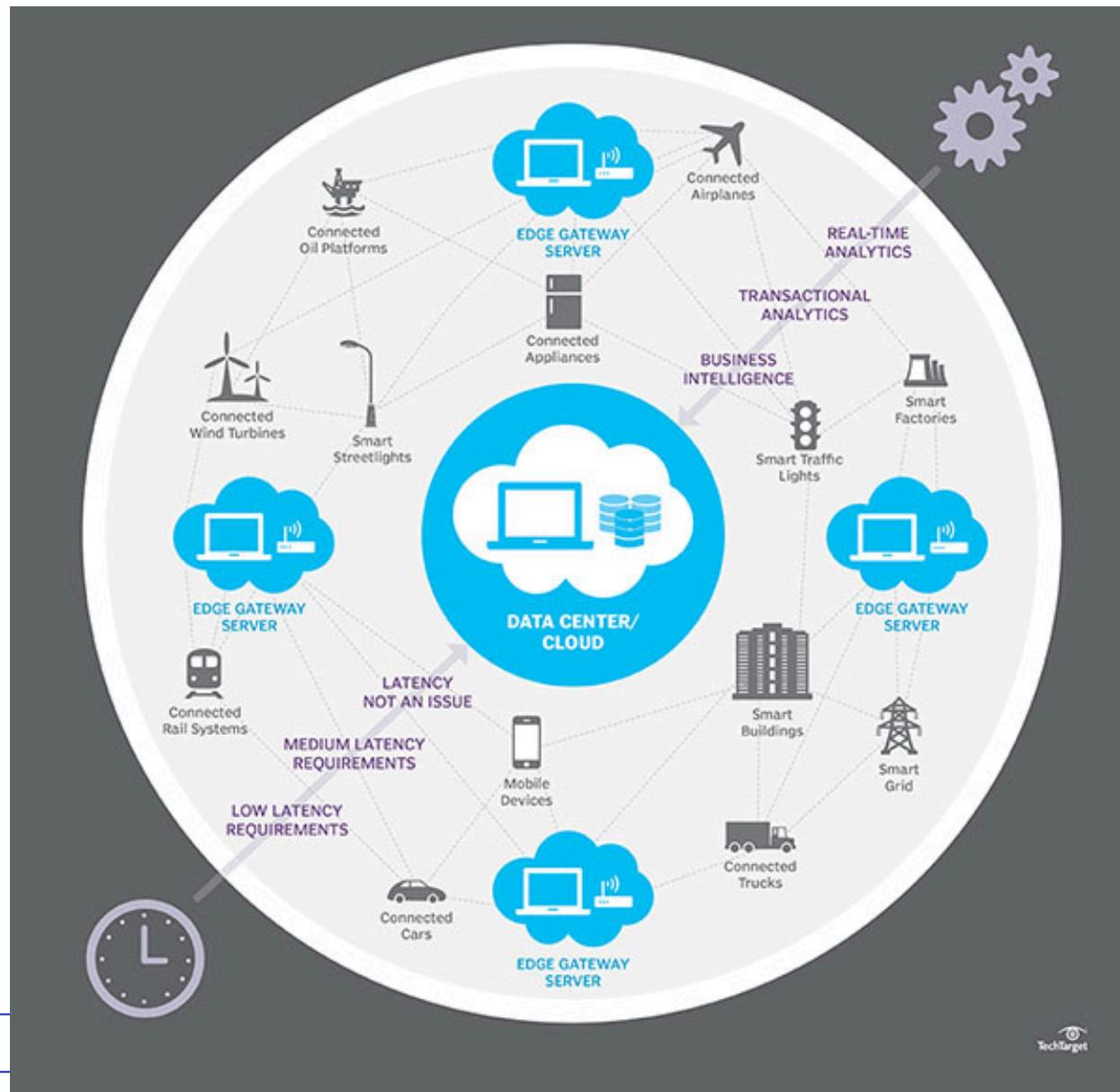
Middleware para Internet das Coisas



Internet das Coisas
=
Internet
+
Cloud
+
Intelligent Gateways
+
Smart Things/Objects



Uma visão geral de IOT

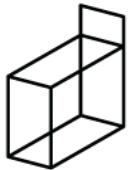


Internet of Things

IoT representa um ponto de inflexão na indústria de TI, com implicações que vão desde dispositivos de sensores até arquiteturas de cloud.

Várias tecnologias contribuem para este ponto de inflexão:

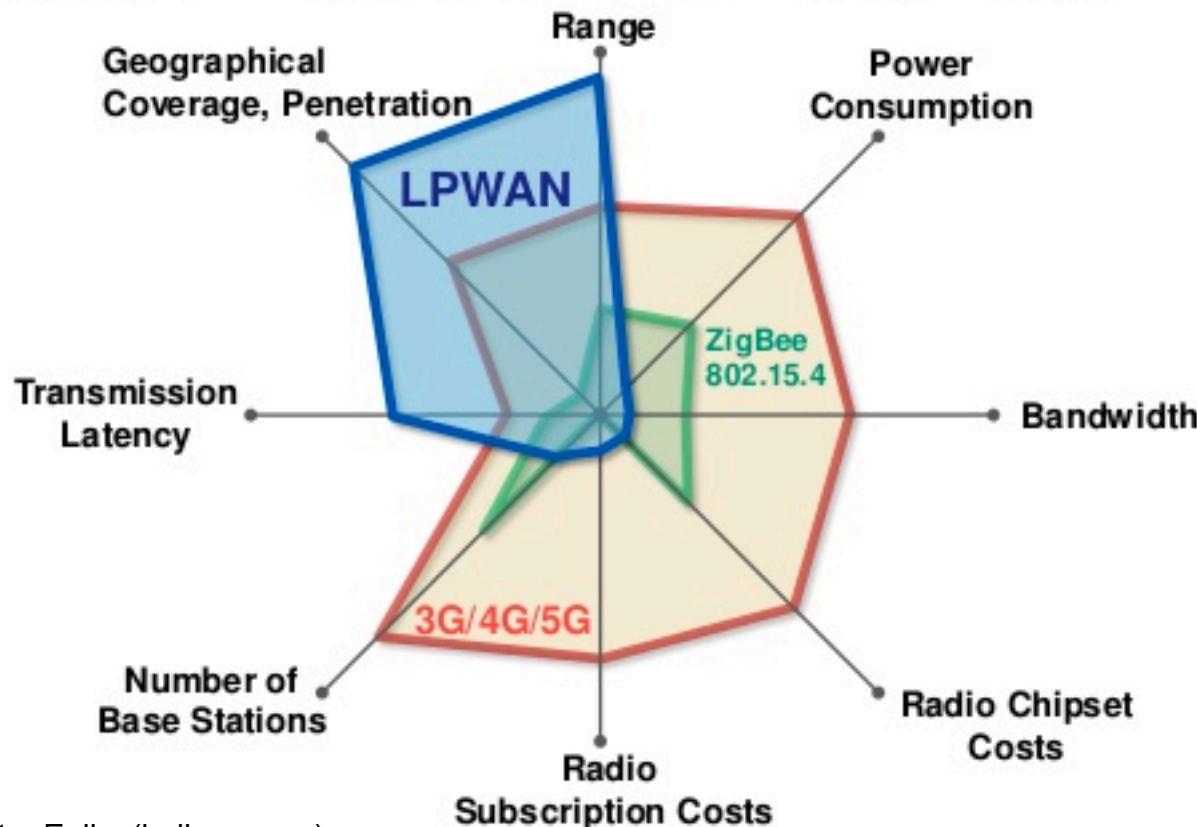
- Processadores estão ficando menores (e.g., em wearables, home appliances), mais poderosos (e.g., com reconhecimento de imagens e voz) and cada vez mais difundidos e baratos.
- Grande variedade de sensores e atuadores são embarcados em edge devices e interconectados através de gateways inteligentes;
- Uso crescente uso de tecnologias wireless mesh e WPAN (Bluetooth LE, NFC, ANT+, ZigBee, etc.), mas há também esforços para se criar tecnologias Low-Power Wide Area Networks (LPWAN) como LoRA, SigFox, e NB-IoT
- Sistemas backend/backoffice na nuvem proporcionam um ambiente rico para desenvolvedores, operadores e integradores de serviços



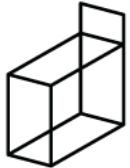
Tipos de rede Wireless

2. LPWAN requirements and characteristics (1/2)

The needs of IoT and M2M applications pose some unique requirements on LPWAN technologies as shown in the comparison with other wireless technologies:



Fonte: Peter Eglis. (indigoo.com)

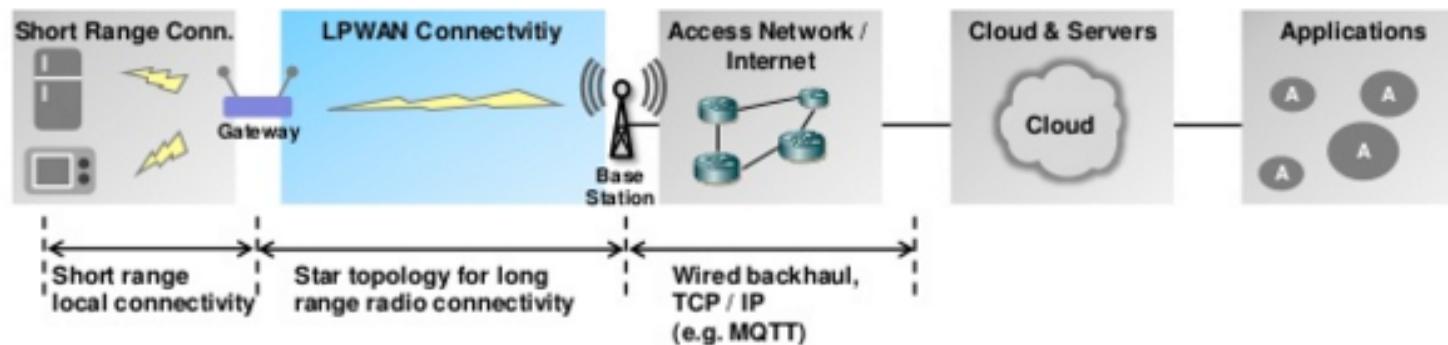


Conectividade

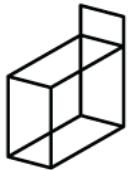
- Smart Objects conectados diretamente à LPWAN

4. LPWAN network topology (2/2)

B. Indirect device connectivity through a LPWAN gateway:

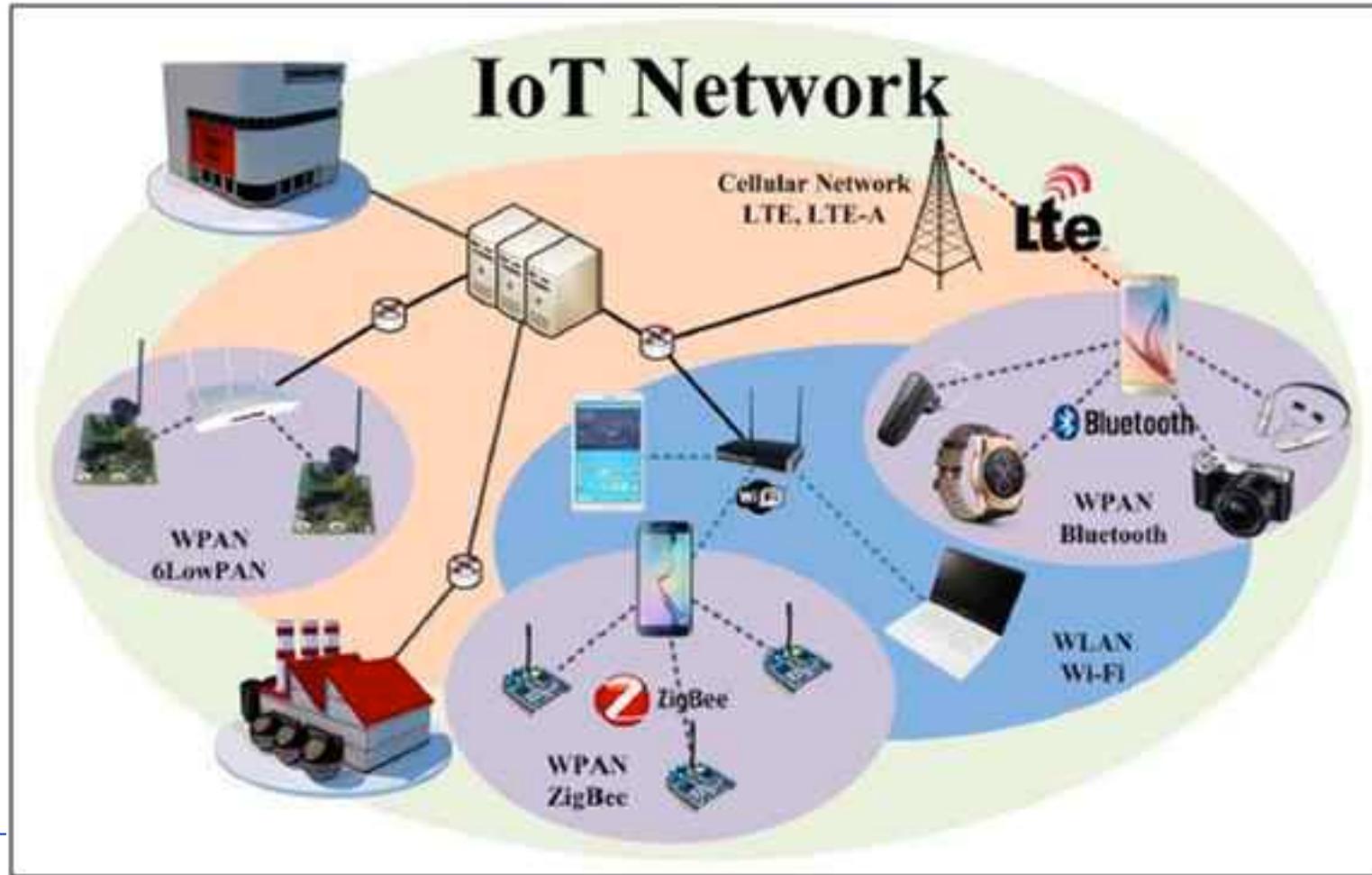


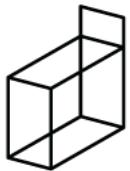
- In setups where devices cannot be directly reached through LPWAN, a local gateway bridges LPWAN connectivity to some short range radio (SRD) technology (e.g. ZigBee, BLE).



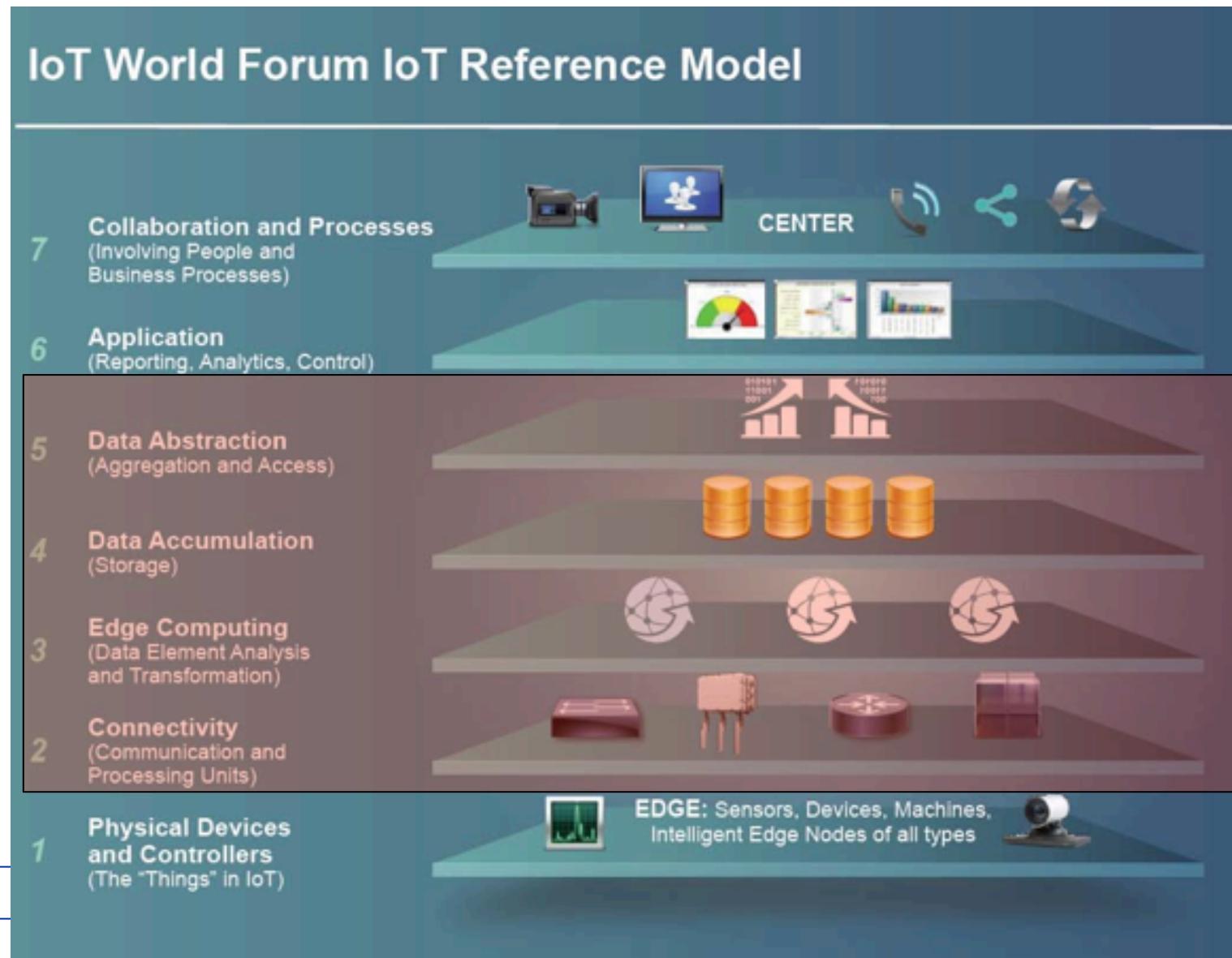
Conectividade

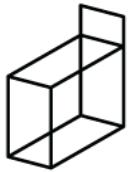
- WPANs com Gateways conectados a Internet





Modelo de referência para IoT





Smart Objects/ Things/ Edge Devices

Smart Objects (SO) são dispositivos com:

- ID único (p.ex. UUID)
- atributos físicos (pêso, função, tamanho, etc.),
- recursos locais (CPU, memória, sensores, atuadores, energia)
- representação virtual (descrição de suas funções e características);
- interfaces wireless para acesso a:
 - Sensores
 - Atuadores
- um proprietário/operador
- um espaço físico associado (casa, veículo, etc.)

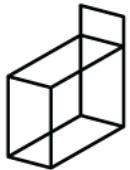
SmartThings são heterogêneos por natureza!

Executam protocolos para formação de redes mesh e roteamento entre os dispositivos.

Principais Problemas de IoT

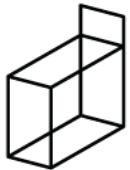
Problemas:

- É difícil estabelecer um padrão comum dada a grande variedade de dispositivos;
- Precisam haver formas de integrar elementos heterogêneos (nível de rede física, protocolo, e software)
- Aplicações em vários domínios demandam abstrações apropriadas
- Precisa-se de identificadores e APIs uniformes para possibilitar comunicação em nível físico e acesso a serviços oferecidos pelo sistema de IoT
- A disponibilidade de cada dispositivo é variável (connectividade tende a ser *ad hoc*) e mesmo assim precisa-se de confiabilidade (dependability)
- A medida que cresce o número de Smart Objects, o middleware precisa ser escalável.

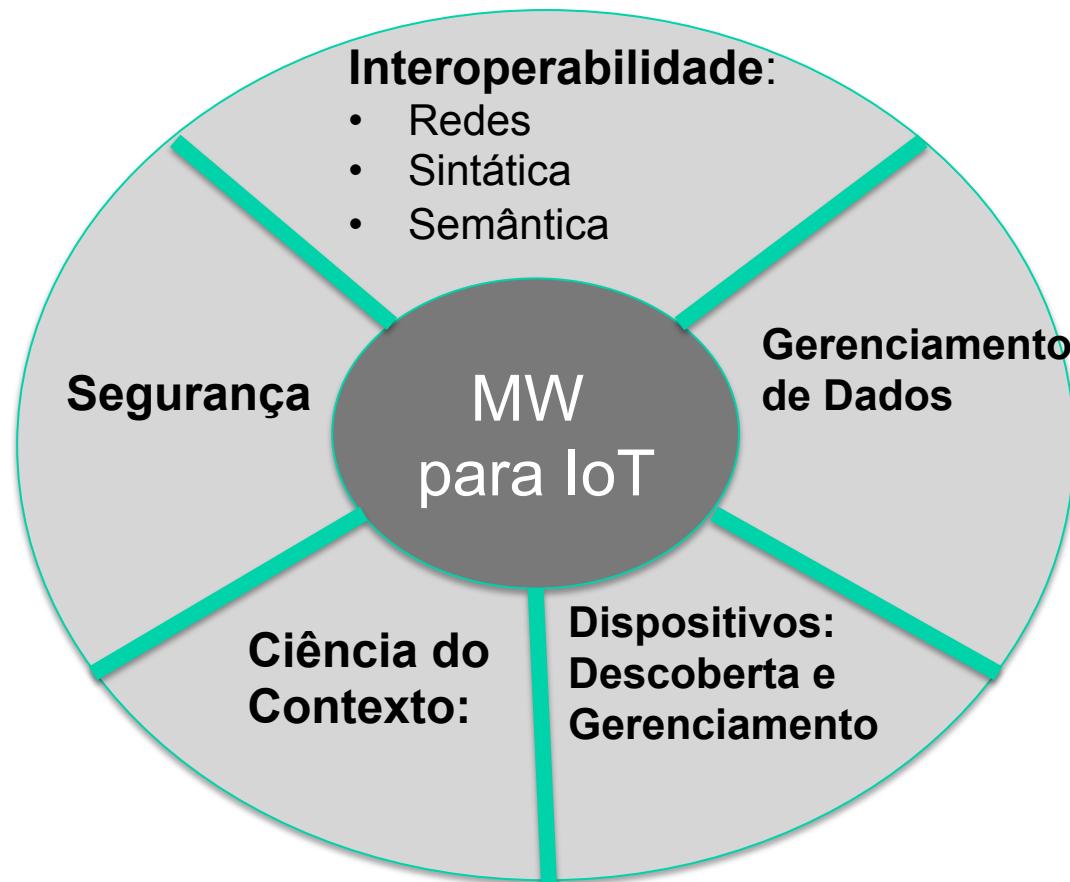


Componentes Funcionais de um MW para IoT

- Descoberta e gerenciamento de SO
- Interoperabilidade entre plataformas e redes
- Identificação do contexto
- Segurança (Autenticação, Controle Acesso e Confidencialidade)
- Pre-processamento dos dados
- Agregação e armazenamento de dados/informações
- Gerenciamento do volume de dados (em tempo real e para fins estatísticos)



Componentes Funcionais de um MW



S. Bandyopadhyay, M. Sengupta, S. Maiti and S. Duttal, Role of Middleware for Internet of Things: A study, IJCSES, August 2011

Interoperabilidade

Interoperabilidade em 3 níveis...

- **De rede**:: aspectos de conectividade física e de enlace entre SOs (edge devices), e sua relação com demais camadas da pilha TCP/IP
- **Sintática**:: estrutura dos dados e comandos trocados
- **Semântica**:: interpretação do significado do conteúdo trafegado, e envolve um modelo semântico, dependente da aplicação.

Ciência do Contexto

- Cada SO precisa estar ciente do seu contexto para poder ser usado em Ambientes Inteligentes (*Smart Spaces*)
- Envolve detecção de contexto básico & dedução de contextos de atividade do usuário
- Detecção envolve uma análise de dados de sensores (e de SO nas proximidades)
- Cada serviço tem associado a si um ContextID, que modifica o seu comportamento
- O ContextID muda com a mobilidade do SO

Descoberta e Gerenciamento de SOs

- qualquer SO deve detectar outros SOs nas imediações e gerenciar essa informação dinâmica e continuamente
- A Device Ontology [FIPA 2009] tem sido usada para descrever as características e funções de SOs

[FIPA, 2009] FIPA: Device Ontology Specification, Doc. PC00091A, 2001

Gerenciando grandes volumes de dados

- IoT envolverá o gerenciamento e processamento de grandes volumes (e fluxos) de dados
- Trilhões de SO => $10^3\text{-}10^4$ de Exabytes trocados entre SOs
- Principais desafios:
 - Consulta sobre os dados
 - Indexação (p.ex. espacial e temporal)
 - Armazenamento
 - Modelagem de processos (usando uma base de conhecimento)
 - Gerenciamento de transações e controles feedback-loop

Segurança

À medida que IoT engloba cada vez mais o controle sobre coisas e processos do nosso dia-a-dia, mais relevante se torna a questão da segurança:

- Interceptação (*Man in the Middle*) ou DoS pode ter consequências desastrosas
- Envolve confidencialidade, autenticidade, não-repudiación e controle de acesso sobre gateways e sensores/atuadores);
- Também na comunicação, no gerenciamento da interconexão/descoberta e acesso mútuo a serviços (quem pode interagir com quem?)

Other IoT Challenges

- scalability: processing data from millions of sensors is unfeasible, e.g. for getting the mean temperature in a city, the task of selecting an optimal sensor sampling set
- heterogeneity: numerous sensor/actuator networks deployed by distinct entities/ organizations & devices from many vendors, with highly varying sensing/actuating characteristics, such as error distributions, sampling rates, spatial resolution, etc.
- unknown and dynamic topology: even more dynamic than the Internet services, since devices may move (approaching or going apart each other) or enter/ leave the system at any time
- unknown data point availability: at the exact space and time, data may not be available; e.g. temperature readings in the surrounding area, when there is no sensor at the desired place
- incomplete or inaccurate Metadata: since metadata has to be entered manually by humans at installation time, in a massive network it will result in large amount of incomplete/inaccurate information due to human error
- Conflict resolution: when several applications are trying to actuate the same device in opposing ways

O Desafio escalabilidade

Um sistema é escalável se, para atender uma certa demanda, for suficiente adicionar uma quantidade proporcional de recursos.

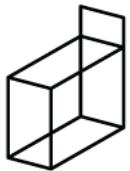
Escalabilidade em IoT:

- quantidade de instâncias de sensores e atuadores
- quantidade de diferentes tipos de Smart Objects
- variedade de tipos de redes e protocolos wireless
- quantidade do volume de dados coletados
- Complexidade do modelo semântico do ambiente físico
- quantidade e complexidade das funções de data analytics
- Número de aplicações IoT atendidas concomitantemente com as funções
- Número de usuários

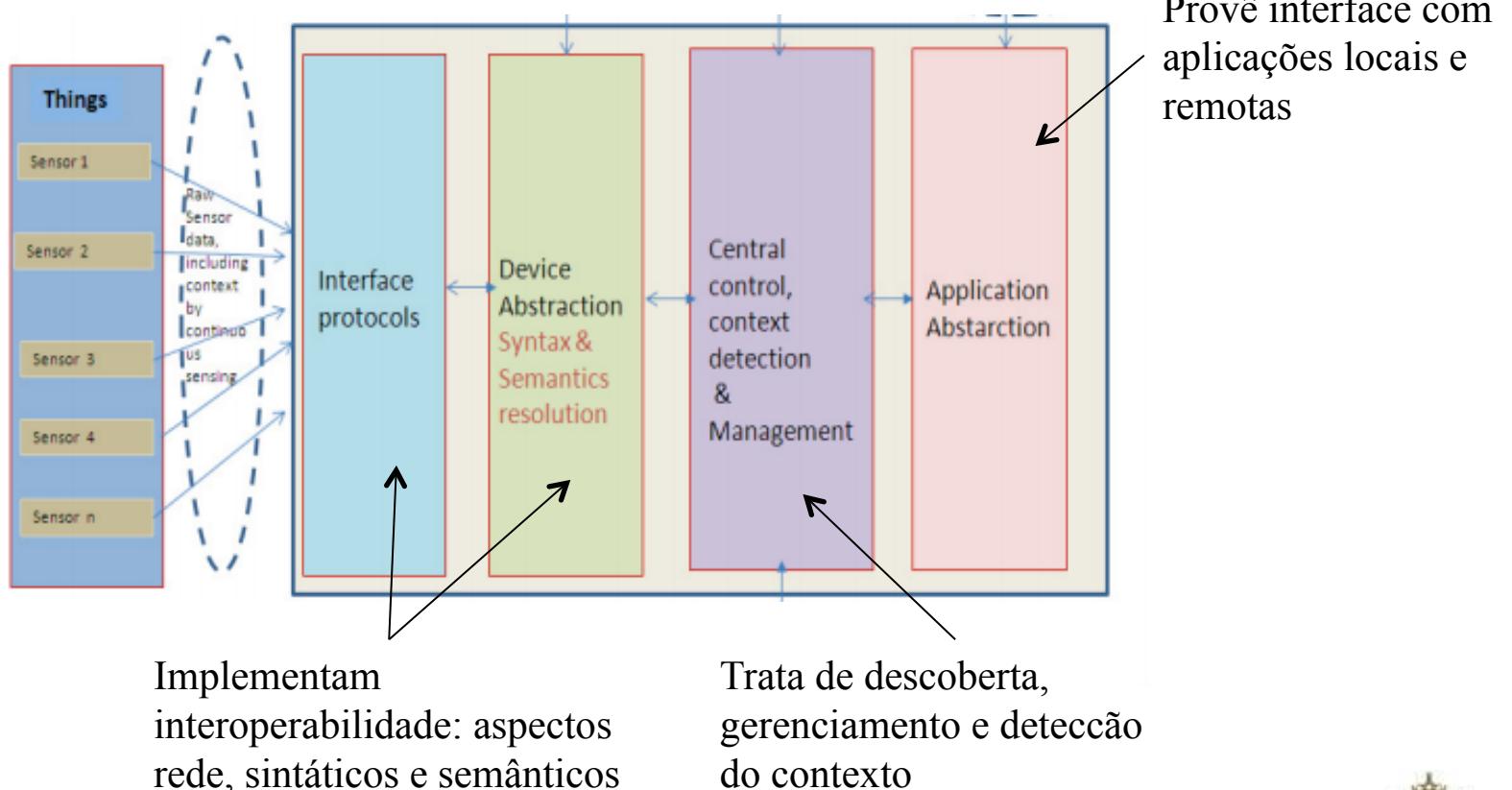
Principais abordagens para lidar com escalabilidade

Nada de novo:

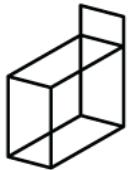
- Descentralizar tudo...
- Só transmitir o que for relevante, e quando for necessário;
- Fazer o máximo de pre-processamento (p.ex. filtragem, e enriquecimento contextual) nos gateways inteligentes.
- Agregar, classificar e abstrair;
- O mais cedo possível, tenhar transformar dados em informação.
- Usar modos de operação econômicas das tecnologias (p.ex. bulk transfer, batch processing, periodic awakening, etc.)
- Simplificar ao máximo o modelo semântico;



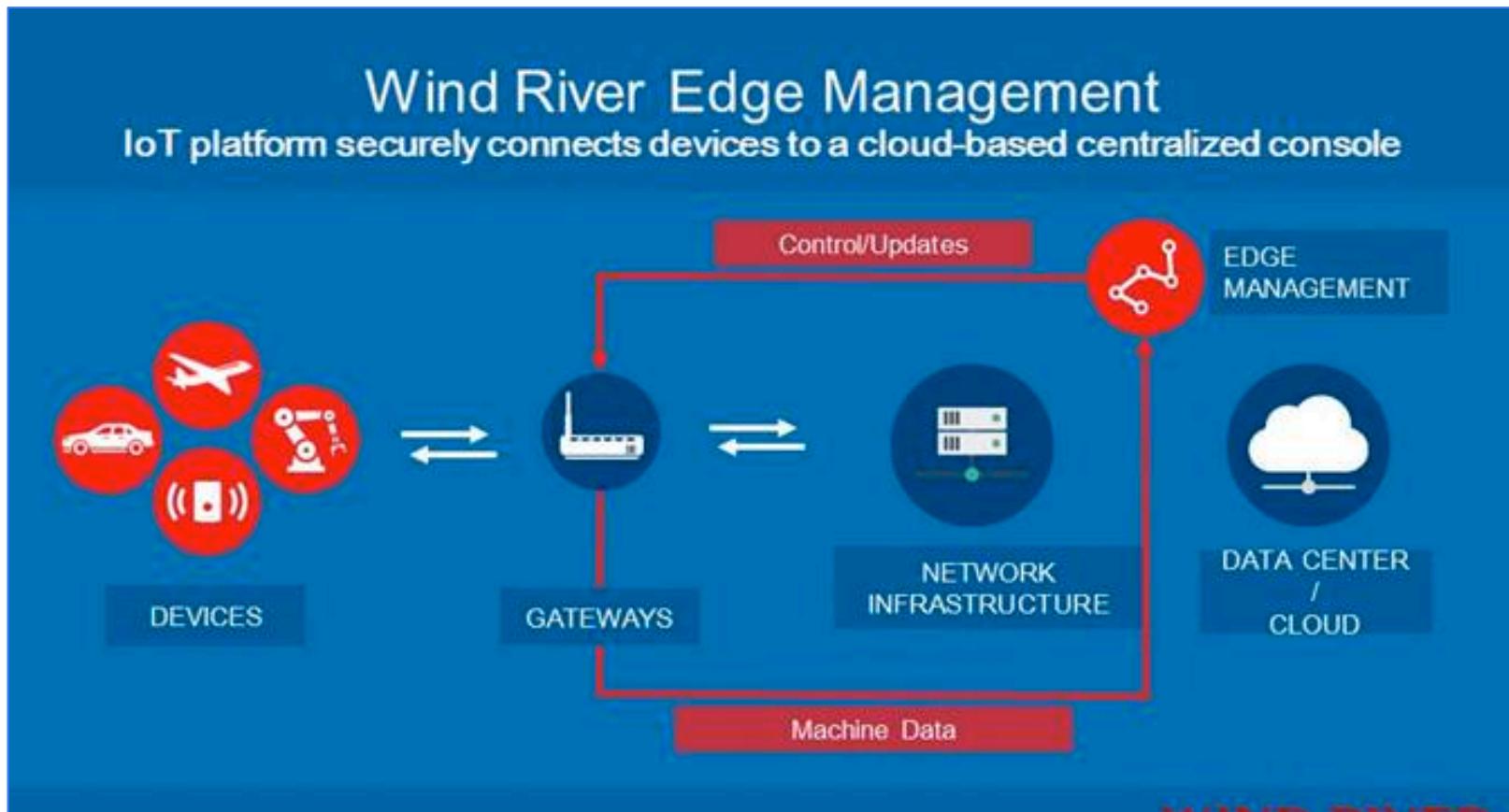
[Bandyopadhyay,2011] propuseram uma organização em camadas:



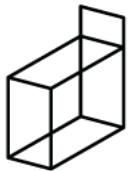
[Bandyopadhyay,2011] ROLE OF MIDDLEWARE FOR INTERNET OF THINGS: A STUDY, IJCSSES, 2(3), 2011



A Visão Intel: edge management e consolidação de dados na nuvem



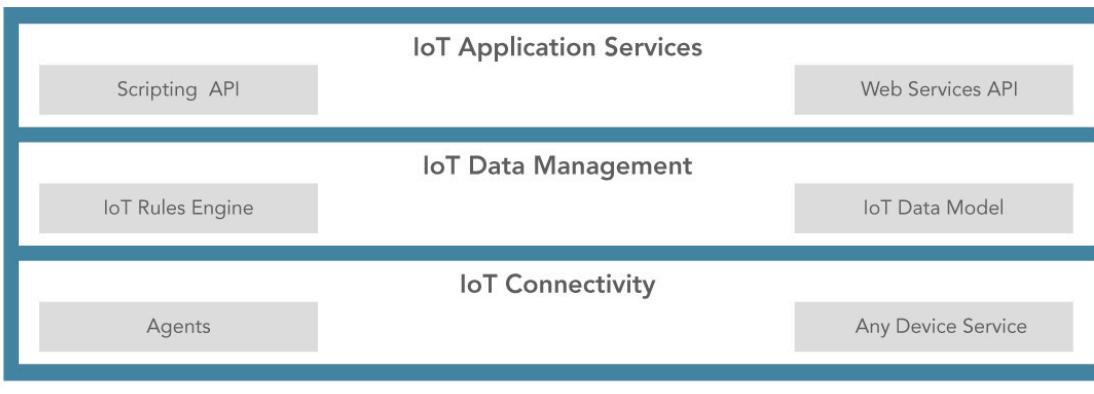
É uma plataforma de IoT que permite que edge devices possam se conectar com segurança a serviços em nuvem. Através de um console centralizado, pode-se gerenciar os devices IoT, prover conexão segura e definir a captura remota de dados.



Vertical Packaged Apps	Analytics Systems	Business Systems	Custom Apps
Remote Service, Vehicle Telematics, UBI, Asset Tracking, M-health, Smart Building	Hadoop, Greenplum	Salesforce, SAP	GE, Philips, EMC, Diebold, Carefusion, NCR

SOLUTIONS

BUILD
 CONNECT
 MANAGE



IOT PLATFORM



NETWORK

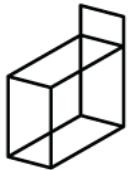


EDGE DEVICES



ASSETS

Wind River Edge Mngt System
Technology Stack



Internet of *Mobile* Things (IoMT)

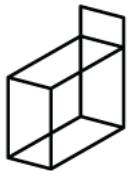
Internet of Things

+

unrestricted mobility

=

IoMT



Internet of Mobile Things (IoMT)

Smart things can move, or be moved, anytime

... and shall be connected whenever possible

Movable smart things = Mobile Objects (M-OBJs)



Watch



Parcel + SmartTags



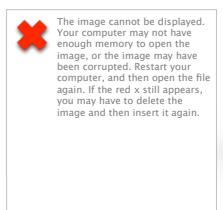
Keychain



Car



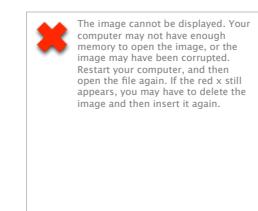
Domestic Robot



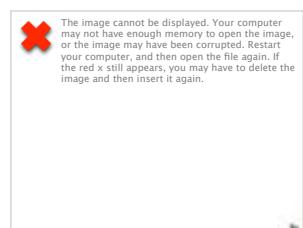
Health Sensors



SensorTag



Toys



Internet of *Mobile* Things (IoMT)

Smartphone é o dispositivo mais ubíquo:

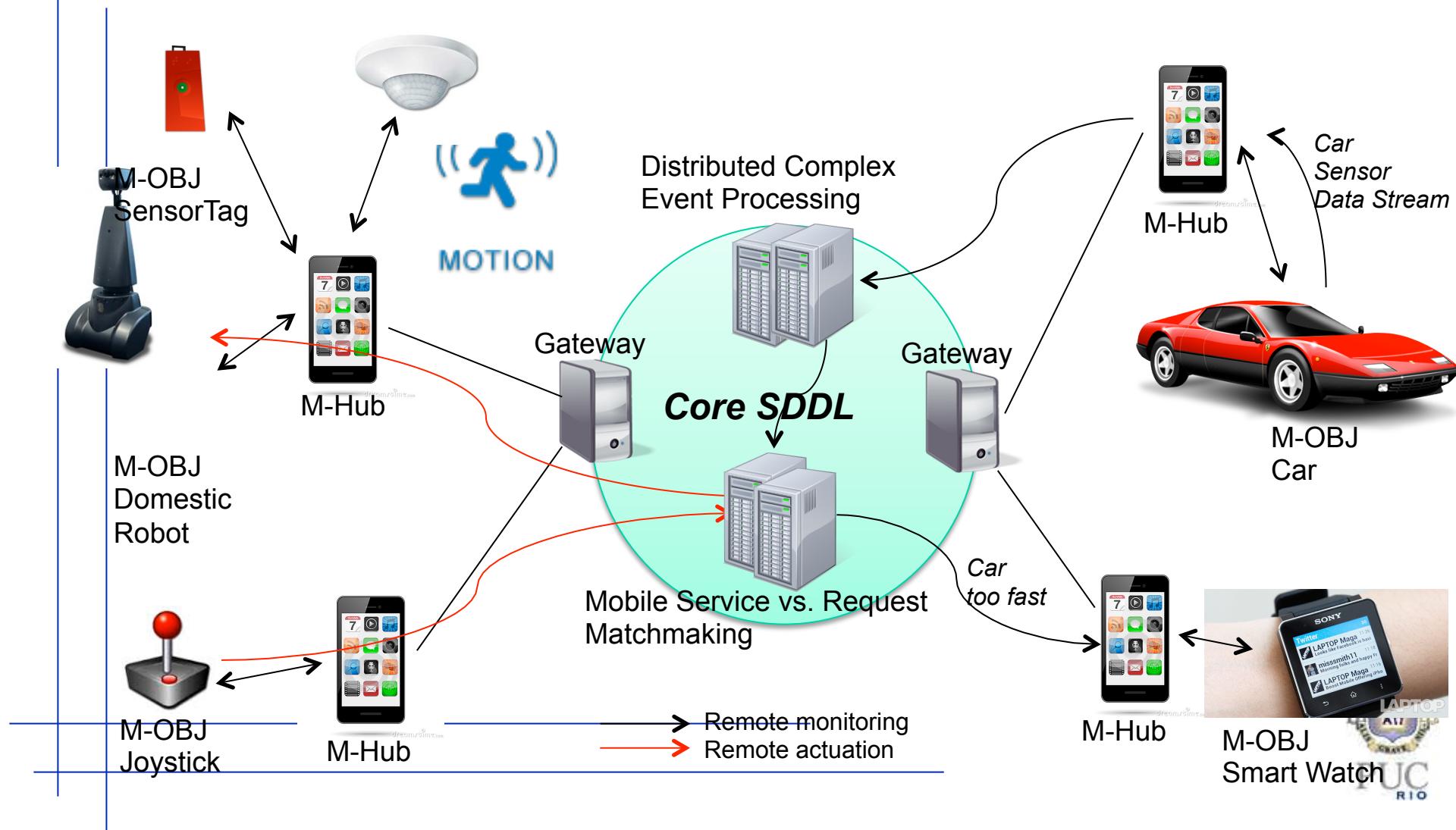
- > 2.23 Bi de pessoas usam a Internet móvel e
- > 1.75 Bi de pessoas possuem pelo menos um smartphone (eMarketer, 2014)
- 100+ smartphones vendidos no Brasil a cada hora

Possui:

- Conectividade internet
- Possui grande capacidade de processamento (quad core) e armazenamento
- É capaz de “saber” onde se encontra
- Conjunto crescente de sensores.
- Interfaces para tecnologias WPAN :
 - Bluetooth 4.0/ Low Energy
 - NFC
 - ANT+
- As informações e perfil do seu usuário

Mobile Hub (M-Hub)

Extends SDDL to support IoT



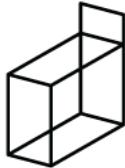
Aplicações de IoMT

Todas as aplicações de IoT, mas em especial aquelas em que a mobilidade (e a localização) de objetos é uma informação central.

Exemplos:

- Sistemas de transportes
- Transporte de bens e cargas (logística)
- Monitoramento de elementos móveis (segurança, asset management)
- Sistemas (ou enxames) de robôs móveis
- Ambientes inteligentes móveis (p.ex. o carro)

Alguns Exemplos de Aplicações



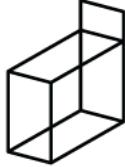
Autonomous Cars and Smartphones

In the next 10 years:

- most cars will have Autonomous Driving Systems (ADS), but the passenger will still have to make decisions, and
- in cities, an increasing percentage of users will engage in car-sharing
- but, each car maker shall have its own ADS



We shall expect a symbiosis between Smartphones and on-board ADS



Autonomous Cars and Smartphones

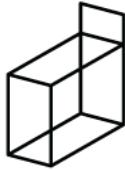
Smartphone will become the **personal mobility and driving assistant** of its owner.

It will assist the user:

- in planning its daily mobility (e.g. where to find the closest car-sharing station, etc.),
- during the use of the autonomous car, by providing the user with an uniform and well-known UI to the car's ADS, independent of the vehicle's make and model.

For example:

- The driver will get his preferred information about the vehicle's operating conditions.
- will be able to adjust the automated car's behavior to current passenger's mobility wishes and interpret passenger voice commands and relay them to the ADS.



Internet of Cows

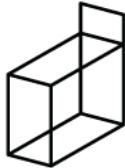
Monitoramento em tempo real e estatísticas sobre a movimentação de rebanhos.

Exemplo:

- Quanto tempo gado fica em certo pasto?
- Quais animais tiveram contato uns com os outros?
- Quais são os sinais vitais de cada animal?

Isso irá substituir os sinos de antigamente.





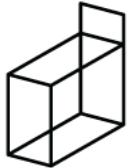
Asset Management

Imagine nunca mais perder alguma coisa?

Permitir consultas do tipo:
“onde está ..?”

- Minha chave
- Meu cachorro
- Meu carro
- Meu marido ...





Monitoramento de padrão de movimentação **individual & coletivo**

Monitoramento **individual** de cada nó:

- Detectar quando um nó entrou ou saiu de uma região
- Se permaneceu muito tempo parado, ou muito tempo sem parar
- Se parou em lugar que não era o planejado
- Se excedeu velocidade em determinada região

Monitoramento **coletivo** de nós (para um grupo de nós):

- Detectar, se dois a dois, nós estão afastados de mais de X km
- Detectar se dois nós estão próximos demais (ou em rota de colisão)
- Quais nós estão fazendo o mesmo percurso (formação de *comboio*, p.ex. trafegando na mesma rodovia)
- Se estão mantendo a mesma direção e velocidade (para esquadras)

Monitoramento de co-movement

Quando dois ou mais objetos estão apresentando um padrão de movimentação semelhante ao longo de certos intervalos de tempo.
Que informações co-movement podem revelar?

- Se forem humanos, podem:
 - Se conhecer
 - Estarem interagindo
 - Podem pertencer ao mesmo grupo
- Se forem robôs/ veículos com autonomia de movimento, podem:
 - Estar em uma mesma missão
- Se forem objetos sendo movimentados, podem:
 - Pertencer a uma mesma pessoa ou grupo de pessoas
 - Estarem sendo usados em uma mesma tarefa
 - Fazerem parte de um lote de carga

Middleware para IoMT

Precisa prover suporte para:

- a descoberta mútua, e a auto-configuração de redes mesh de coisas inteligentes(SO), usando diferentes tecnologias WPAN
- a comunicação confiável e segura SO \leftrightarrow nuvem
- o processamento de fluxos de dados em núvem e próximo às coisas inteligentes
- a ciência de contexto das coisas inteligentes
- O armazenamento de informações e estatísticas sobre dados de movimentação
- Escalabilidade em termos da quantidade de coisas inteligentes, das consultas, e dos dados de sensores

Tarefa para 25/09

Ler o seguinte artigo

Para os 8 middlewares analisados:

- Resumir as principais características do “mais adequado” para certa aplicação
- Detalhar os requisitos dessa aplicação
- Argumentar sobre a superioridade do MW (quando comparada aos demais middlewares)

IEEE INTERNET OF THINGS JOURNAL, VOL. 4, NO. 1, FEBRUARY 2017

IoT Middleware: A Survey on Issues and Enabling Technologies

Anne H. Ngu, Mario Gutierrez, Vangelis Mitsis, Surya Nepal,
and Quan Z. Sheng, *Member, IEEE*

Categorias: Cloud-, Service- e Actor-based

Middleware	Functionalities							
	Device abstraction	Network connectivity	Composition	Monitoring and visualization	Service discovery	Security and privacy	Persistency	Stream processing
Hydra	Web service	ZigBee, Bluetooth, RFID, Wi-Fi, HTTP, SOAP	SDK took kit with Semantic Model Driven Architecture	Vendor GUI application	OWL and SAWSDL for device description	Distributed security and social trust	Unknown	Event manager
GSN	Virtual sensor/XML deployment descriptor	Push/pull, SOAP, HTTP	Specific application created by programmer	Vendor Web application	Key-value store registry for devices	Login account, electronic signature	SQL database	SQL query on data stream
Google Fit	Fit Programmable API or RESTful resource	Bluetooth, Wi-Fi, HTTP	Fitness based devices and data	Vendor Web application	Not supported	Permission and user control module	Cloud storage	Sensors API
Xively	RESTful resource	Bluetooth, Wi-Fi, Socket, MQTT, HTTP	Not supported	Vendor Web application	Not supported	User control on how data is shared	Cloud storage	RDF stream processing
Paraimpu	Sensor, Actuator, Connection	Pull/push, HTTP	Compose one sensor with one actuator using Connection	Paraimpu workspace	New sensor can announce its presence	Access token needed for access, user data shared according to the stated privacy law	Mongo DB	JSON query
Calvin	Actor	Wi-Fi, BlueTooth, i2c	CalvinScript	Vendor Web application	Provide search via Calvin Control APIs	Not supported	Distributed Hash Table (DHT)	Data flow processing
Node-RED	Node	MQTT	Drag and drop visual tool	Browser-based flow editing tool	Key word based search provided for node	User permission with password securely hashed using the bcrypt algorithm	Local file system	Node streams
Ptolemy Accessor Host	Accessor	MQTT, Bluetooth, Wi-Fi, HTTP, UDP, CoAP, Websockets	Drag and drop visual tool based on Virgil	Java-based GUI application	Import and export facility	Key management and Taint analysis	Local file system	Discrete event director