

# Machine-to-Machine (M2M)

Guilherme S. Mazzariol - RA 138466  
MO809 - Prof.: L.E. Buzato  
Novembro/2016

- Máquinas que se comunicam entre si e trocam informações com servidores remotos
- Comunicação M2M, facilitador para:
  - Cidades inteligentes
  - Hospitais
  - Fábricas inteligentes

# Comunicação máquina a máquina

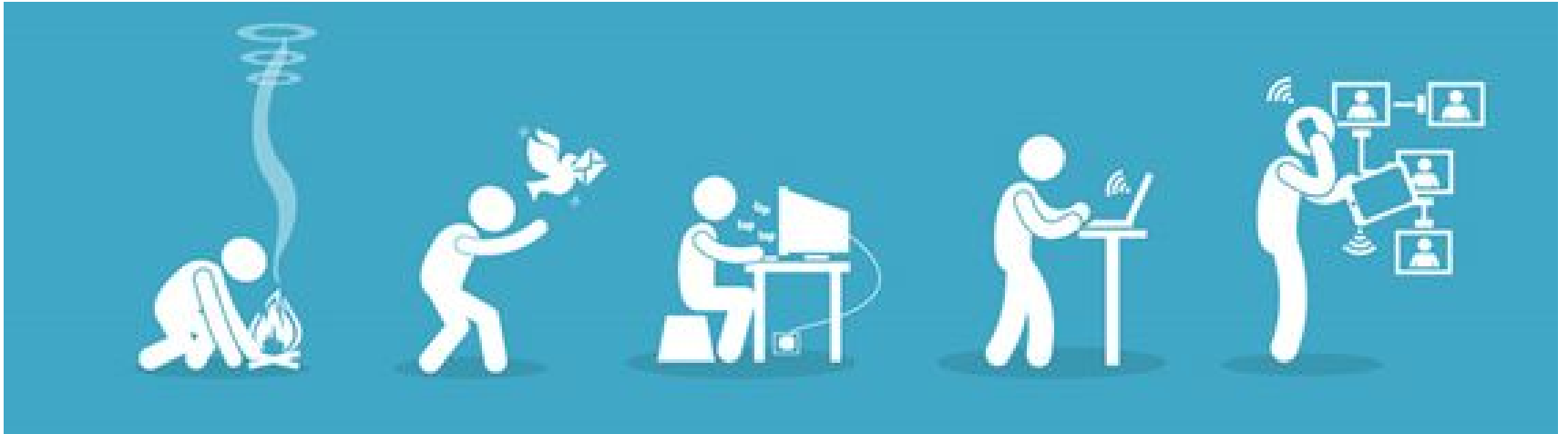
O que é preciso para que uma



prevaleça?

**SMART  
FACTORY**

# Tecnologias de Comunicação



## Tecnologias que conectem de forma eficiente a maquinaria em:

- Distâncias variadas
- De forma flexível
- Com alta segurança
- Robustez e disponibilidade
- A baixo custo

# Logística auto-organizada

Difícil:

- Número de variantes do produto aumenta
- Volumes da produção flutuam

Risco de escassez de fornecedores ou erros na cadeia de abastecimento se intensificam com a complexidade

# M2M

Solução registrar e rastrear:

- Material
- Paletes
- Caminhões, etc.

## M2M globalmente

Cisco e a Ericsson calculam que até 2020,  
100 bilhões de dispositivos comunicarão M2M



## Tecnologias com Fio



- Amplamente utilizadas na comunicação M2M
- Estáticas em sua configuração
- Caro quando necessita-se de mudanças
- Infraestrutura e topologia bem projetadas

# Tecnologias sem Fio

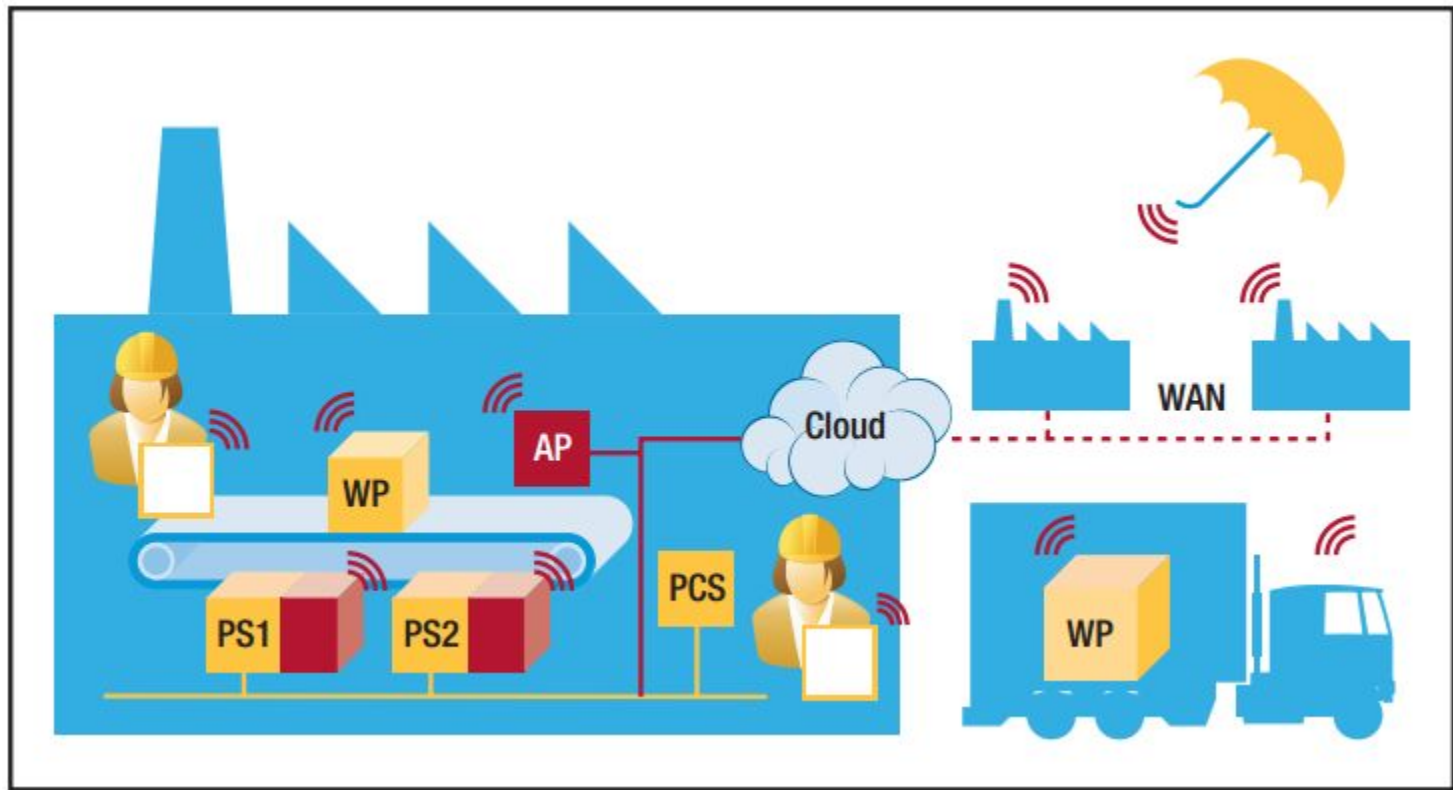


- RFID, WLAN
- Rentáveis
- Sem problemas para instalar e operar (base global)

Que tecnologias sem fio estão disponíveis para atender a que tipo de demandas de quais aplicativos?

Quais são os critérios para escolher entre as diferentes tecnologias sem fio atualmente no mercado?

Quais tecnologias são fáceis e econômicas para engenharia, construção e operação?



Comunicação em uma fábrica inteligente

- Protocolos M2M sem fio cada vez mais usados
- Convenientes para instalar, usar, manter e aprimorar
- Interfaces entre máquinas dependem do segmento:

Automotiva:

Redes de controle de área (CANs) dentro de carros

Energia:

M-Bus para ler medidores remotamente

- Tecnologias M2M com fio são amplamente utilizadas:
  - Robustez e disponibilidade
  - Exigidas em ambientes críticos (risco de segurança)
- Tecnologias M2M sem fio:
  - Redução do custo de implantação
  - Fornece acesso a locais remotos/difíceis
  - Não possui cabos

- Tecnologias M2M sem fio:
- 2.4GHz, 5GHz e 868MHz
- IEEE 802.11 para LAN sem fio
- IEEE 802.15.1 para WPAN / Bluetooth
- IEEE 802.15.4 para PANs de baixa taxa

- IPv6: facilitou a comunicação M2M ao resolver o problema do espaço de endereçamento
  - não é eficiente para aplicativos com restrições de energia
- MQTT: protocolo simples e leve, dispositivos restritos e baixa largura de banda, redes de alta latência com necessidades de baixa confiabilidade
- CoAP: traduz HTTP para sensores e switches
- DDS (Data Distribution Service) é um middleware M2M específico que oferece cobertura, taxa de dados e uso



	Use cases	Sector	Range	Through-put	Infrastructure needs	Efficiency	Chip size
<b>LTE</b>	Wireless communication for mobiles and data terminals	IT and communication	10 km	150 Mbit/s	Complex infrastructure from provider	High	Small
<b>WLAN</b>	Wider Internet access	Multiple sectors	100 m	600 Mbit/s	Router, access points	High	Medium
<b>Bluetooth</b>	Product interface	Consumer	100 m	706.25 kbits/s	No special infrastructure, point to point (p2p)	Low	Small
<b>ZigBee</b>	Device control	Consumer and industrial equipment	100 m	250 kbit/s	Access points	Low	Large
<b>Wireless HART</b>	Sensors and actuators	Process, industry	250 m	2 measurement	HART gateway to the fieldbus	High	Large
<b>Industrial WLAN</b>	Sensors and actuators	Process, industry	100 m	450 Mbits/s	Access points, gateways to the fieldbus	High	Large
<b>EnOcean</b>	Energy harvesting, smart homes	Building, automation	30 m	125 kB/s	Transceiver modules	Very low	Large
<b>RFID</b>	Non-contact identification and tracing	Many industries	6 m	100 kbit/s	Tags, scanner	Very low	Very small
<b>NFC</b>	Radio communication	Smartphones	10 cm	424 kbits/s	Smartphones, tags	Very low	Very small

	Integration effort	Cost	potential	Encoding	Market Readiness	URL
<b>LTE</b>	High	Low	Low	AES128	Mature for wide usage	<a href="http://www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms/98-lte">www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms/98-lte</a>
<b>WLAN</b>	Very high	Low	High	WPA2	Mature for wide usage	<a href="http://www.radio-electronics.com/info/wireless/wi-fi/ieee-802-11n.php">www.radio-electronics.com/info/wireless/wi-fi/ieee-802-11n.php</a>
<b>Bluetooth</b>	Low	Low	High	AES128	Mature for wide usage	<a href="http://www.bluetooth.com/Pages/what-is-bluetooth-technology.aspx">www.bluetooth.com/Pages/what-is-bluetooth-technology.aspx</a>
<b>ZigBee</b>	High	High	High	AES128	Mature for wide usage	<a href="http://www.zigbee.org/About/AboutTechnology/Standards.aspx">www.zigbee.org/About/AboutTechnology/Standards.aspx</a>
<b>Wireless HART</b>	Low	High	Low	AES128	Niche markets	<a href="http://www.hartcomm.org/protocol/training/training_resources_wihart.html">www.hartcomm.org/protocol/training/training_resources_wihart.html</a>
<b>Industrial WLAN</b>	Very high	High	High	WPA2	Niche markets	<a href="https://a248.e.akamai.net/cache.automation.siemens.com/dnl/TM/TM0MTMzAAAA_90880063_HB/22681042_Aufbau_IWLAN_DOKU_V30_en.pdf">https://a248.e.akamai.net/cache.automation.siemens.com/dnl/TM/TM0MTMzAAAA_90880063_HB/22681042_Aufbau_IWLAN_DOKU_V30_en.pdf</a>
<b>EnOcean</b>	High	Low	Medium	ARC4 or AES	Certain sectors	<a href="http://www.enocean.com/fileadmin/redaktion/pdf/articles/perpetuum_radio_standards_en.pdf">www.enocean.com/fileadmin/redaktion/pdf/articles/perpetuum_radio_standards_en.pdf</a>
<b>RFID</b>	Low	Low	Low	Not required	Mature for wide usage	<a href="http://www.rfid-journal.de/rfid-technik.html">www.rfid-journal.de/rfid-technik.html</a>
<b>NFC</b>	Low	Low	Low	Not required	Upcoming	<a href="http://www.nfc24.info">www.nfc24.info</a>

# Avanços recentes nas comunicações M2M em redes 4G e evolução para 5G



## Desafios a serem abordados:

- Método de acesso para dispositivos envolvendo a comunicação M2M com a infra-estrutura (WLAN, Bluetooth, GPRS, 3G, LTE-A, WiMAX, etc.)
- Qualidade de Serviço (QoS)
- Gerenciamento de grupo eficiente de dispositivos MTC
- Sobrecarga de canal de acesso aleatório físico
- Acesso aleatório oportunista
- Mecanismo de gerenciamento de mobilidade de grupo em um ambiente MTC
- Controle de carga, reduzindo o custo do dispositivo, permitindo a vida da bateria ultra-longa, melhorando a cobertura
- Provisionamento de IoT com implantação densa de dispositivos MTC
- Melhorias para os sistemas 5G

# Desenvolvimentos LTE para M2M

- Controle de sobrecarga
- Suporte de rede para dispositivos M2M
- Redução de custo do dispositivo
- Economia de energia para vida útil de bateria ultra-longa
- Sobrecarga de sinalização
- Aprimoramento de cobertura

LTE Release	Feature
Rel-11 (2012)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UE power preference indication</li> <li>• RAN overload control</li> </ul>
Rel-12 (2014)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Low-cost UE category (Cat-0)</li> <li>• Power saving mode for UE</li> <li>• UE assistance information for eNB parameter tuning</li> </ul>
Rel-13 (expected 2016)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Low-cost UE category</li> <li>• Coverage enhancement</li> <li>• Power saving enhancement</li> </ul>

## Recursos LTE para serviços M2M

## Diferenciação do acesso humano e da máquina:

- Acesso controlado por tempo dos dispositivos M2M
- Limitando os serviços aos dispositivos M2M
  - comportamento não estiver alinhado com os recursos do M2M
- Suporte de rede para dispositivos M2M
- A priorização de agendamento
  - agendamento com base na categoria UE
- Agendamento semi-persistente
  - para reduzir a sobrecarga



# Dispositivos de Baixo Custo

Device Capability	Rel-8 Cat-4	Rel-8 Cat-1	Rel-12 Cat-0	Rel-13 Low-cost
Downlink peak rate	150 Mbps	10 Mbps	1 Mbps	1 Mbps
Uplink peak rate	50 Mbps	5 Mbps	1 Mbps	1 Mbps
Max No of downlink spatial layers	2	1	1	1
Number of device RF receiver chains	2	2	1	1
Duplex mode	Full Duplex	Full Duplex	Half (Optional)	Half (Optional)
Device bandwidth	20 MHz	20 MHz	20 MHz	1.4 MHz
Max Tx power	23 dBm	23 dBm	23 dBm	~20 dBm
Modem complexity relative to Cat-1	125%	100%	50%	25%

### Comparação de dispositivos LTE FDD

# Melhoria da Cobertura

## Cobertura LTE - MCL em Decibel

LTE	PUCCH	PRACH	PUSCH	PDCCH	PBCH	PD SCH
FDD 2Tx-2Rx	147.2	141.7	140.7	146.1	149.0	145.4
TDD 8Tx-8Rx	149.4	146.7	147.4	146.9	149.0	148.1

FDD : Frequency Division Duplex  
 TDD : Time Division Duplex  
 PUCCH : Physical Uplink Control Channe  
 PRACH : Physical Random Access Channel  
 PUSCH : Physical Uplink Shared Channel  
 PUSCH : Physical Downlink Control Channel  
 PBCH : Physical Broadcast Channel  
 PD SCH : Physical Downlink Shared Channel

## Aumento da cobertura necessária

Device	PUCCH	PRACH	PUSCH	PDSCH	PBCH	EPDCCH	PSS/SSS
Category-1	8.5	14.0	15.0	10.3	6.7	9.6	6.4
Category-0	8.5	14.0	15.0	14.3	10.7	10.4	10.4
Rel-13 Low-cost	11.5	17.0	18.0	16.9	10.7	10.4	10.4

PUCCH : Physical Uplink Control Channel  
 PRACH : Physical Random Access Channel  
 PUSCH : Physical Uplink Shared Channel  
 PDSCH : Physical Downlink Shared Channel

PBCH : Physical Broadcast Channel  
 PDSCH : Physical Downlink Shared Channel  
 EPDCCH : Enhanced Physical Downlink Control Channel  
 PSS/SSS : Primary and secondary synchronization signals

Technique	PUCCH	PRACH	PUSCH	EPDCCH	PBCH	PD SCH	PSS/SSS
Repetition/subframe bundling	x	x	x	x	x	x	
PSD Boosting	x	x	x	x	x	x	x
Relaxed Requirement		x					x
Overhead reduction				x			
HARQ retransmission			x			x	
Multi-subframe channel estimation	x		x	x	x	x	
Multiple decoding attempts					x		
Increased reference signal density			x			x	

Potenciais técnicas de aumento de cobertura

# Economia de Energia do Dispositivo

- Indicação de preferência de energia
  - Dispositivo indicar à rede que prefere um modo de operação de baixo consumo de energia
- Modo de poupança de energia (Rel-12)
  - UE permanece registado mas não alcançável pela rede para tráfego de terminação móvel
  - UE só irá acordar quando houver dados para enviar ou após a expiração do temporizador



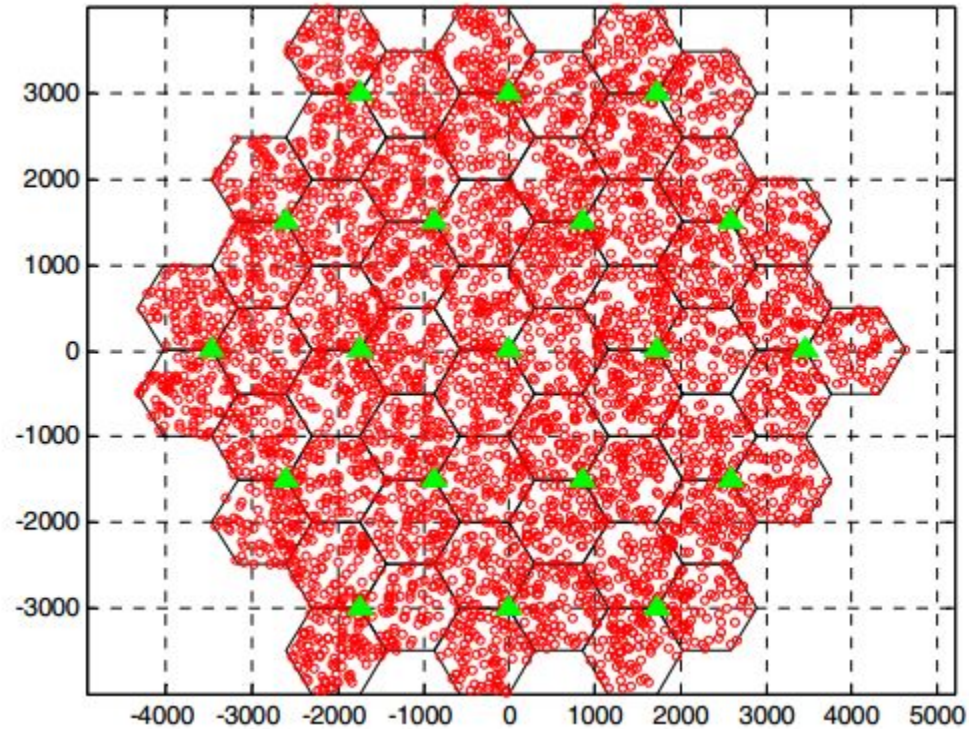
- **Rel-11**

- Restrição de Acesso estendido

- **Rel-13 (2016)**

- redução do tempo de aquisição do sistema
  - operação half duplex
  - reduzir a sobrecarga do canal de controle
  - reduzir as medições e os relatórios de medição, o aumento de cobertura configurável e os requisitos de relaxamento
  - o dispositivo M2M também pode enviar informações de assistência sobre seu tipo/padrão de tráfego

# Análise de Desempenho



Cenário de simulação com 19 locais (57 células)

## Parâmetros de simulação

Parameter	Macro-cell
Inter-site distance	500 m, 1732 m
Cellular Layout	Hexagonal grid, 19 cell sites, 3 sectors per site
System Bandwidth	10 MHz
M2M device Bandwidth	1.4 MHz
Penetration Loss	20 dB + potential 15 dB extra penetration loss
Carrier Frequency	2 GHz
Distance-dependent path loss	$L = l + 37.6 \log_{10}(R)$ , R in kilometres $l = 128.1 - 2 \text{GHz}$
Power Control Setting	Fraction power control with $K_s=0$ $\alpha = 0.8$ , $P_o=-84$
Link Adaptation	On, MCS-based link adaptation
Channel model	Typical Urban (TU)
Channel Estimation	Non-ideal
Scheduling	Proportional fairness ( $\alpha=1.0$ , $\beta=0.7$ ), frequency non-selective
Receiver	MMSE

Application	Message Size (Bytes)	Transaction Period (Seconds)	Capacity (devices per PRB)	
			Urban	Suburban
Smart Meter	2017	9000	7.5e4	5.6e4
Health Sensor	128	60	5.3e3	4.0e3
Home Security	20	600	1.2e5	9.2e4

Capacidade LTE por PRB para serviços M2M

# Comunicação M2M em 5G

- **Banda Larga Móvel**

- realidade virtual e aumentada
- resoluções mais altas
- TV 3D
- melhor qualidade de experiência e entrega de conteúdo inteligente

- **Requisitos Importantes na comunicação M2M em 5G:**

- Máxima latência end-to-end permitida, retransmite menos de 5ms
- Confiabilidade

# Referências

[Machine-to-Machine Communication](#)

[Recent Advancements in M2M Communications in 4G Networks and Evolution Towards 5G](#)