

# LPWAN

# Low power wide area network

Aderlei Filho - René Vieira Santin - Ronaldo Yang



# Introdução



# O que é?

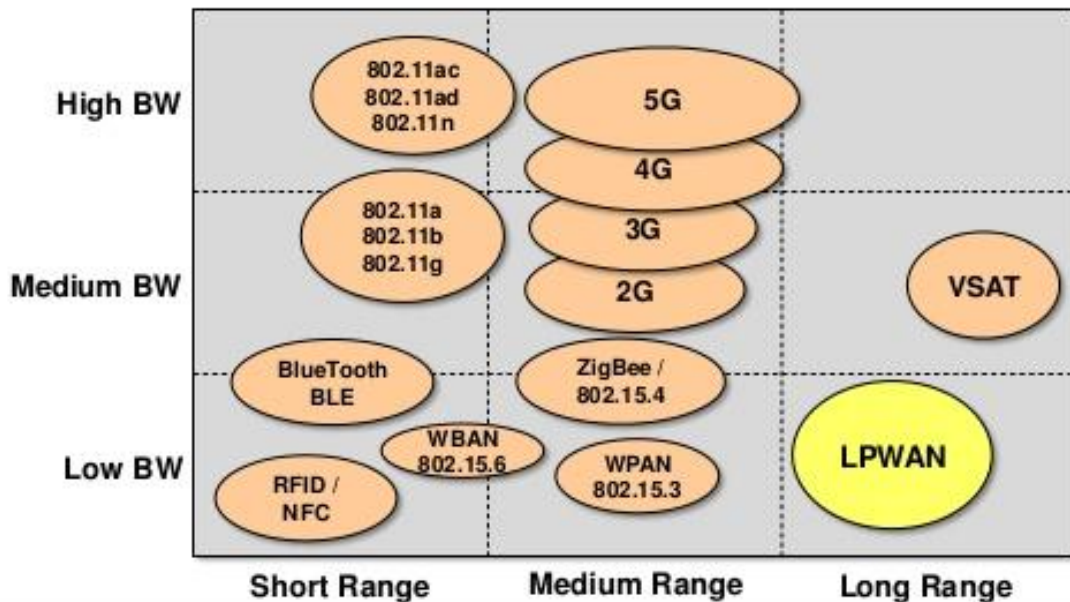
Tipo de rede sem fio

Longas distâncias

Baixo consumo de energia

Baixa largura de banda

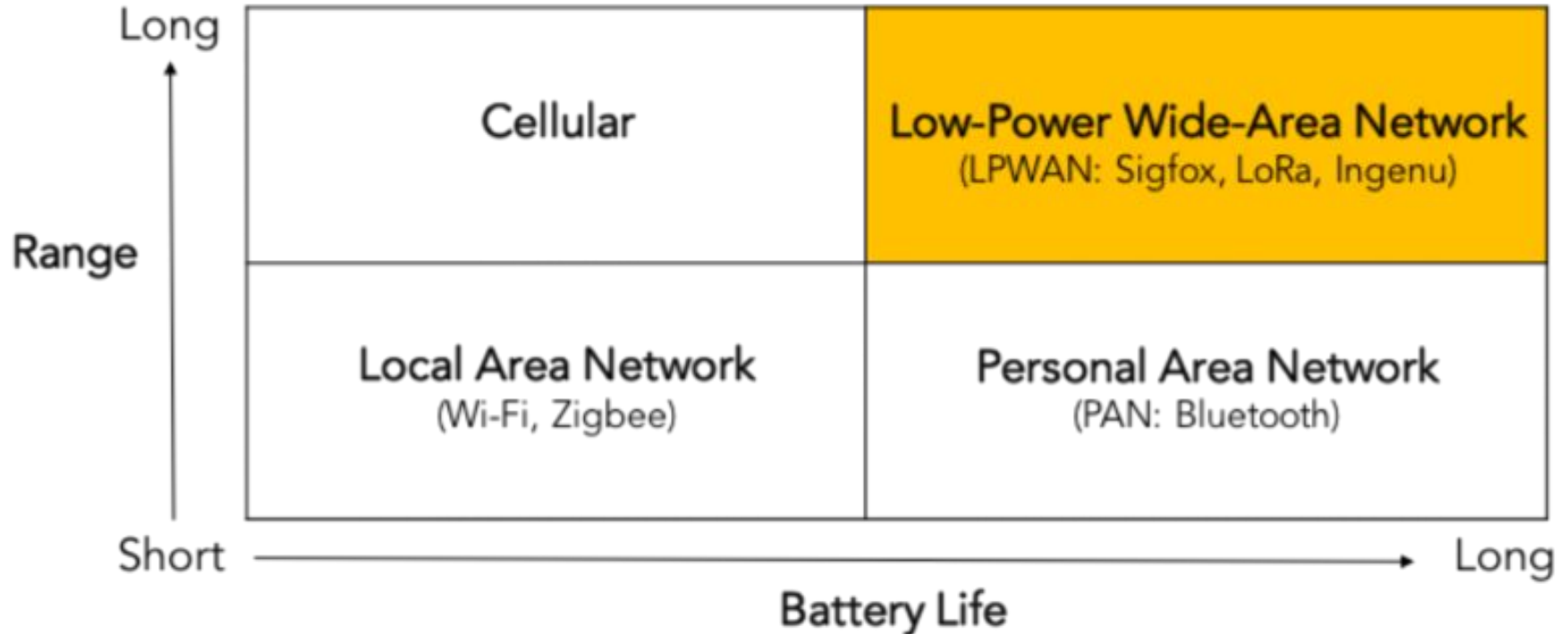
Baixo custo de implementação



# Motivação

- Redes tradicionais não foram desenvolvidas para o cenário atual da internet das coisas.
- Dispositivos conectados por outros tipos de rede, como Bluetooth, consomem bastante energia.
- Custo de conexões tradicionais é alto quando se escala o número de dispositivos conectados.
- Otimizar redes de sensores em grandes áreas geográficas.
- Foco em conectar coisas.

# Comparativo com outras redes



# Exemplos

Monitorar os postes de iluminação

Monitorar plantações ou gado

Monitorar dispositivos em uma casa

Monitorar lixeiras da cidade

Monitorar semáforos

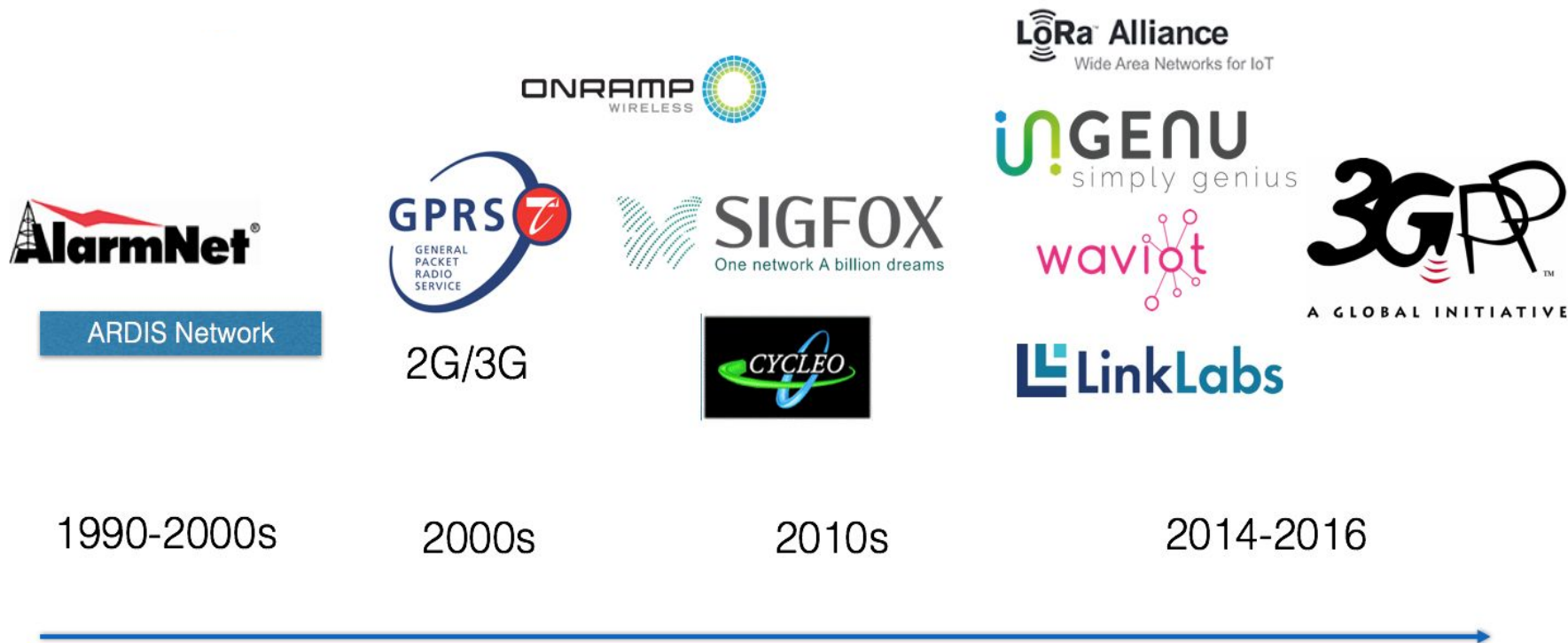
Monitorar transporte público



# Histórico



# Linha do tempo





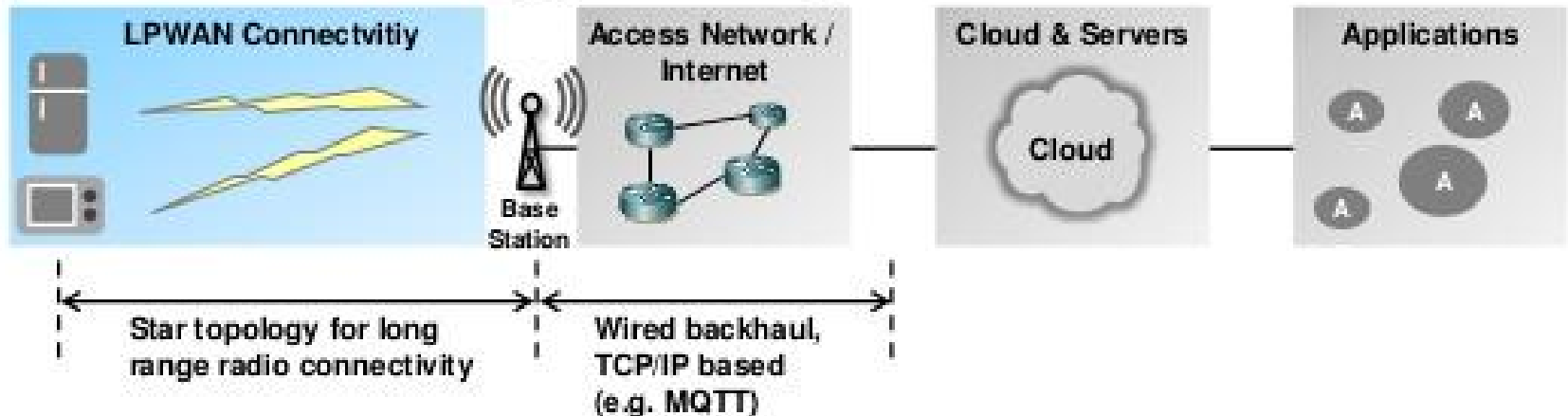
# Topologia



# Topologia em estrela

Modelo de comunicação direta entre dispositivos e estação base

Estação base é responsável pela conexão com a internet e o ponto central da topologia



# Principais implementações



# LoRa



# LoRa



LoRa - **L**ong **R**ange (longo alcance)

Nascimento: França - Grenoble

Cycleo SAS - em 2008, adquirida pela Semtech em 2012 - Patentes em 2008 / 2012

Atualmente mantida pela Lora Alliance:

<https://www.lora-alliance.org/The-Alliance/Member-List>

Frequências 169MHZ, 430 (Asia), 433MHZ (Europa), 780 (China), 868MHZ (Europa) e 915MHZ (América do Norte)

1 pilha AA (2.5Ah)-> 10 anos

# LoRa



LoRa® - camada física

- Modulação feita por chip proprietário da Semtech
  - Outros estariam desenvolvendo (<https://www.lora-alliance.org/The-Alliance/FAQ>):
  - Microchip e ST Microeletronics
- Largura de banda: 500khz, 250khz e 125khz
- 290 bps - 50 Kbps
- Alcance: 15km zona rural / 2-5 km em zonas urbanas

LoRaWAN™ (LOR001) - camada lógica

Padrão aberto criado pela Semtech, IBM Research e Actility

Modelo de negócio: venda de produto / serviço (parceria com as teles)

# LoRa - Arquitetura

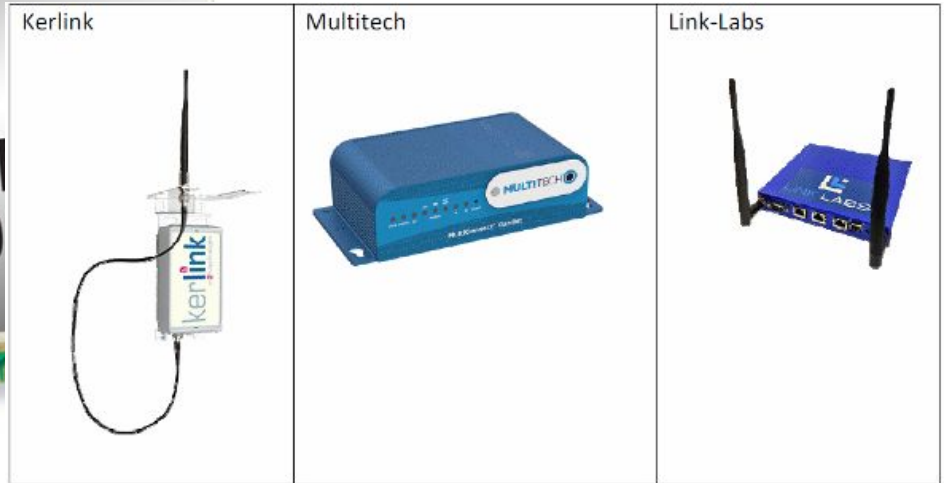
## LoRaWAN™ Network



Exemplo:

10 Gateways => Amsterdã

(US\$ 1200,00)





# LoRa



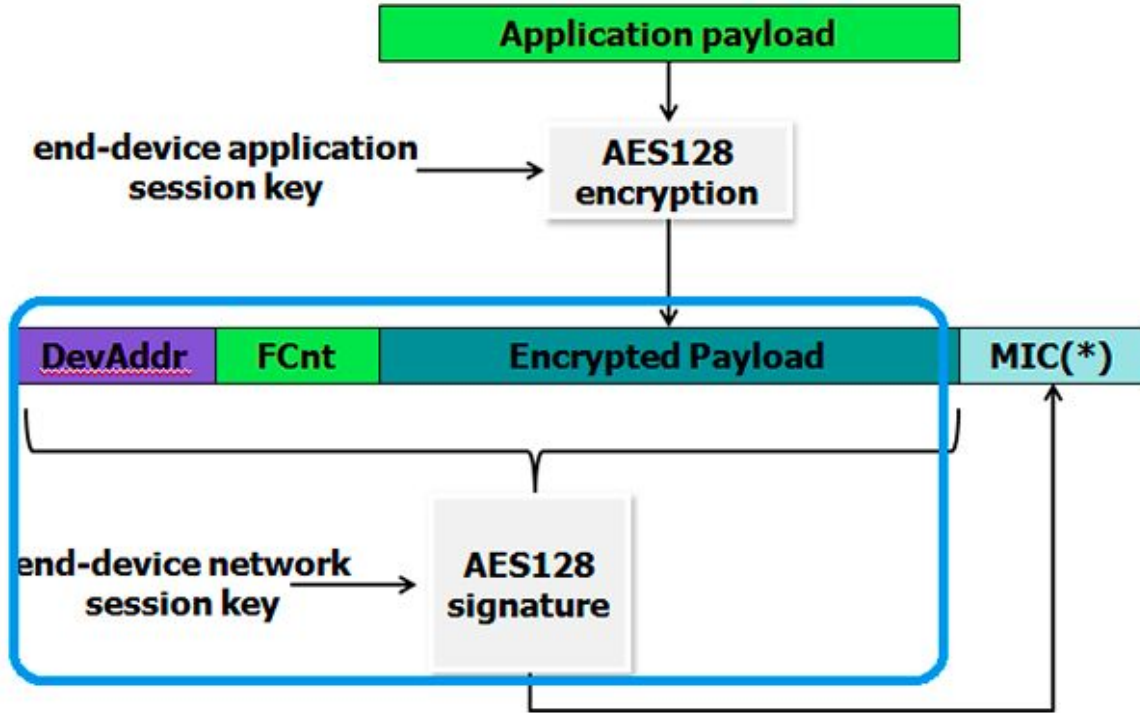
3 tipos de "end-devices":

Classe A - bi-direcional (Sensores)

Classe B - bi-direcional com slots de recepção agendados (Atuadores)

- Gateway envia um beacon para sincronizar tempo

Classe C - Pode receber dados a qualquer momento (melhor não deixar só na bateria)



(\*) MIC = Message Integrity Check

# LoRa - Negócio e Aplicações



1) Qual o modelo de negócios do LoRa?

- Hardware + exclusividade do chip
- Serviço (pareceria com as teles)

2) Exemplo de usos no Brasil e no mundo:

- Instituto Mauá
- Mais de 100 operadores comerciais
- Monitoramento da poluição na Polônia:
  - <https://nexpaq.com/blog/iot-and-citizen-data-the-first-step-in-eliminating-air-pollution/>
- Bélgica ( Proximus + Lora)
  - <https://www.semtech.com/Press-Releases/2015/Semtech-Collaborates-with-Proximus-to-Launch-Nationwide-LoRa-Internet-of-Things-Networks-in-Belgium-and-Luxembourg.html>

# Lora - Aplicações (cont.)

- Monitoração da qualidade do ar
- Alarme de queda de idosos (detecta, por movimento, um idoso que caiu e não consegue se levantar)
- Monitoramento de animais
- Segurança de casa (detecta movimento)
- etc.

Mais aplicações em:

<http://www.semtech.com/wireless-rf/internet-of-things/lora-applications/briefs>

# SigFox



# Sigfox



Nascimento: França - Lebège em 2009

Frequências: 868MHz (Europa), 902MHz (Estados Unidos) e 920Mhz (América do Sul, Nova Zelândia e Austrália)

Maior cobertura atualmente: <http://www.sigfox.com/en/coverage>

1 pilha AA (2.5Ah)-> 10 anos

Alcance:

- 30-50Km zonas rurais
- 3 - 10 km zonas urbanas

# Sigfox



Usa uma tecnologia chamada Ultra Narrow Band (UNB) - 100 hz de bandwidth

12 bytes / mensagem (não inclui timestamp e id do device)

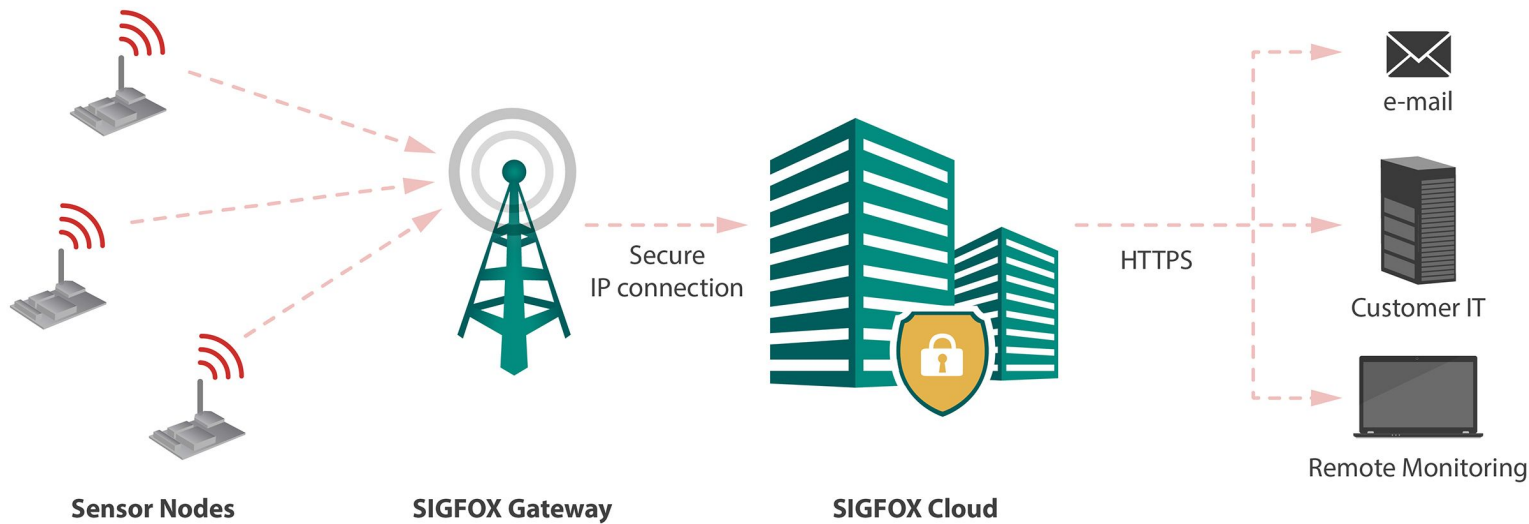
140 mensagens / dia

Precisa usar a estrutura da Sigfox para ler os dados, ou seja:

- Padrão aberto para desenvolver os nodes apenas
- Os gateways (estações bases) são mantidos sempre pela SigFox

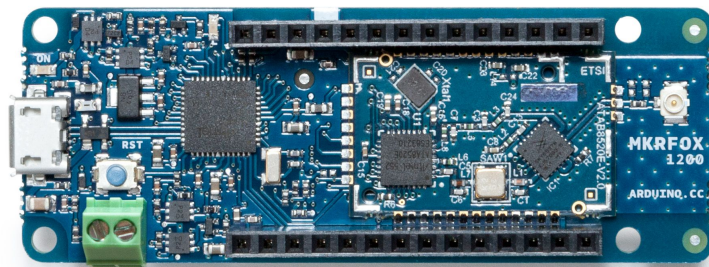
Uma estação base pode conectar até 1 milhão de dispositivos

# Sigfox





# Sigfox



# Sigfox - Negócio e Aplicações



Qual o modelo de negócios do Sigfox?

- Vender serviço: os dados são acessados da sua plataforma
- Fabricante de dispositivos, como sensores

Exemplos de uso no Brasil e no mundo:

- Stickntrack - <http://www.sensolus.com/>
- Smartmeters (relógio medidor de luz)  
<https://blog.sigfox.com/is-2017-the-year-of-the-smart-meter/>
- Sigfox chegou ao Brasil em abril deste ano (RJ e SP - parceira Telefônica):  
<http://convergecom.com.br/teletime/07/04/2017/sigfox-lanca-sua-rede-para-iot-no-brasil/>

# Sigfox - Aplicações (cont.)

- Manutenção preventiva em máquinas da indústria
- Recuperação de carros roubados
- Irrigação "inteligente" na agricultura
- Monitoração da qualidade do ar
- Detector de fumaça
- Etc.

Mais informações em:

<https://www.sigfox.com/en/solutions/iot-use-cases>

# Redes Celulares



# Redes Celulares



3GPP: 3rd Generation Partnership Project

- Nb-IoT (LTE Cat-NB1)
- LTE M1 (LTE Cat-M1)

Faixa de frequência licenciadas

- Garantia de capacidade, cobertura e qualidade do serviço

“Porta de entrada” para 5G

**NB - IoT**



# NB-IoT



Padronizada pela 3GPP em 2016

Huawei versus Ericsson

Reutilização das bandas de 200 kHz antigamente utilizadas pela GSM

Problemas:

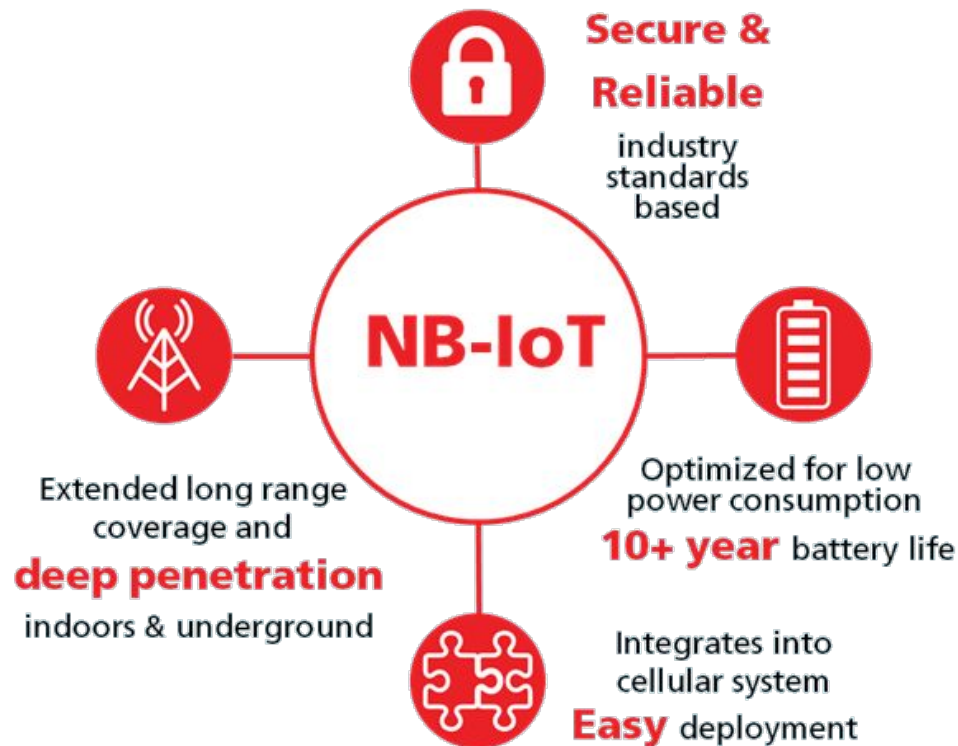
- Implantação
- Custo de Licença



# NB-IoT

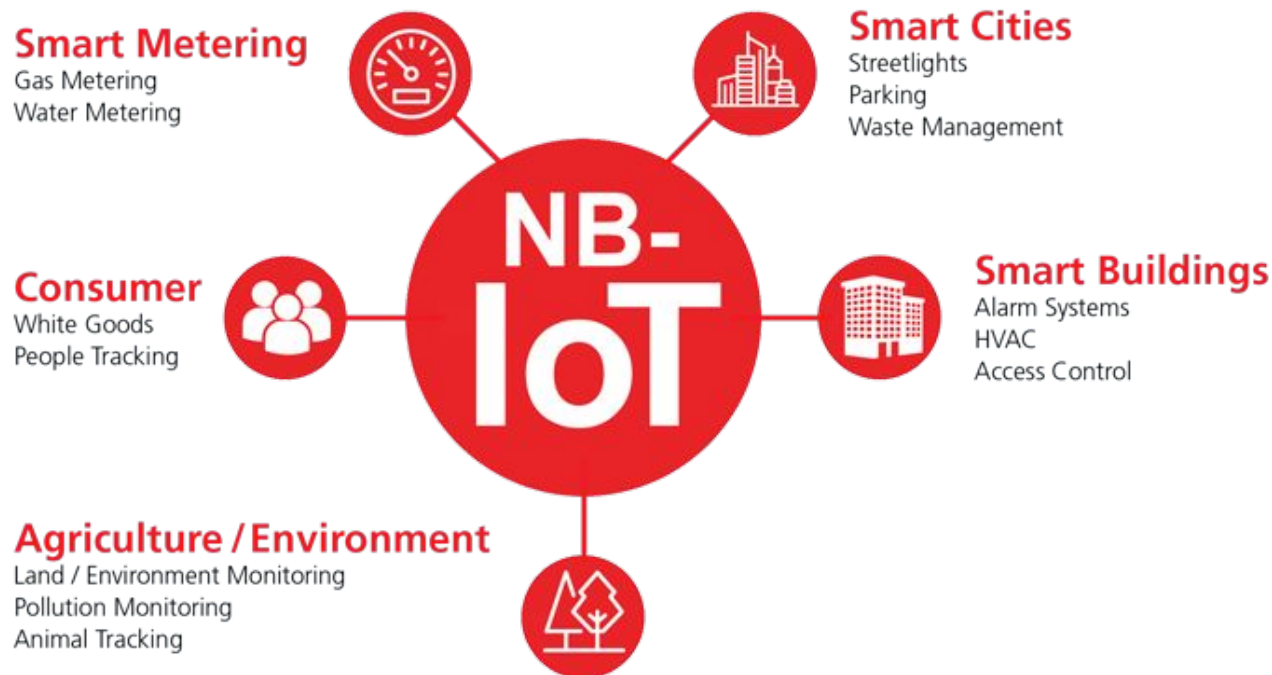


A GLOBAL INITIATIVE





# NB-IoT - Futuras Aplicações



# NB-IoT - Casos de Uso: “OFO”



A GLOBAL INITIATIVE

Empresa chinesa de empréstimo de bicicletas

Valor de mercado: \$ 2 bi

Teste de comunicação com servidor via NB-IoT

- Maio de 2017



**LTE M1**



# LTE M<sub>1</sub>



Padronizada pela 3GPP em 2016

Utiliza a tecnologia LTE(4G) atual sem utilização de Gateway

Problemas:

- Custo da licença
- Eficiência energética

## LTE-M

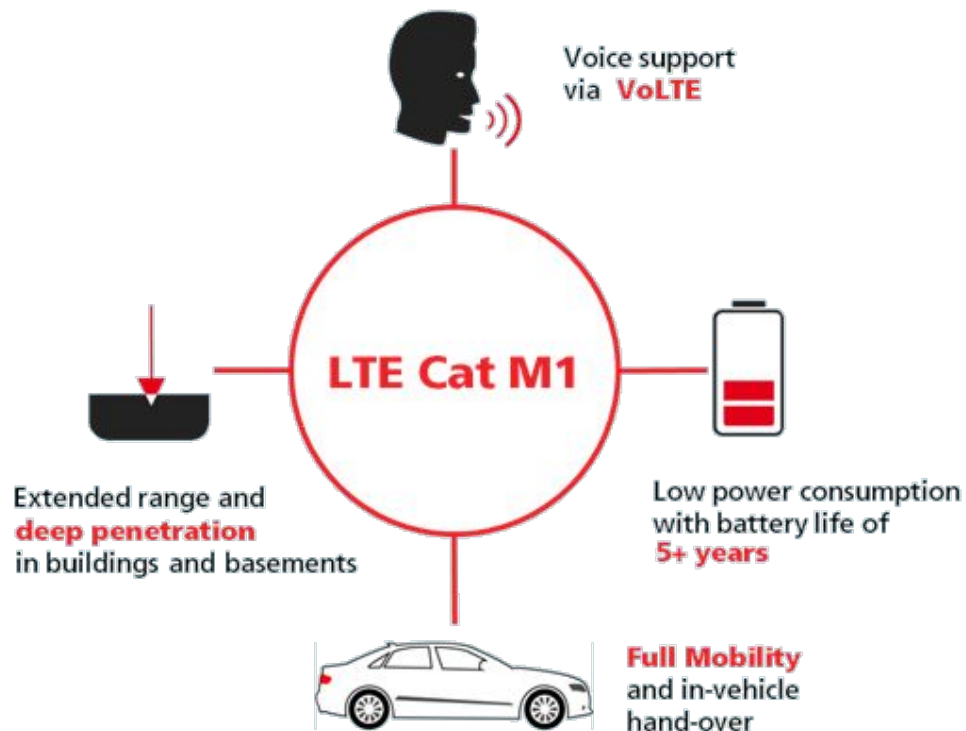
- Uses cellular network
- Extends coverage



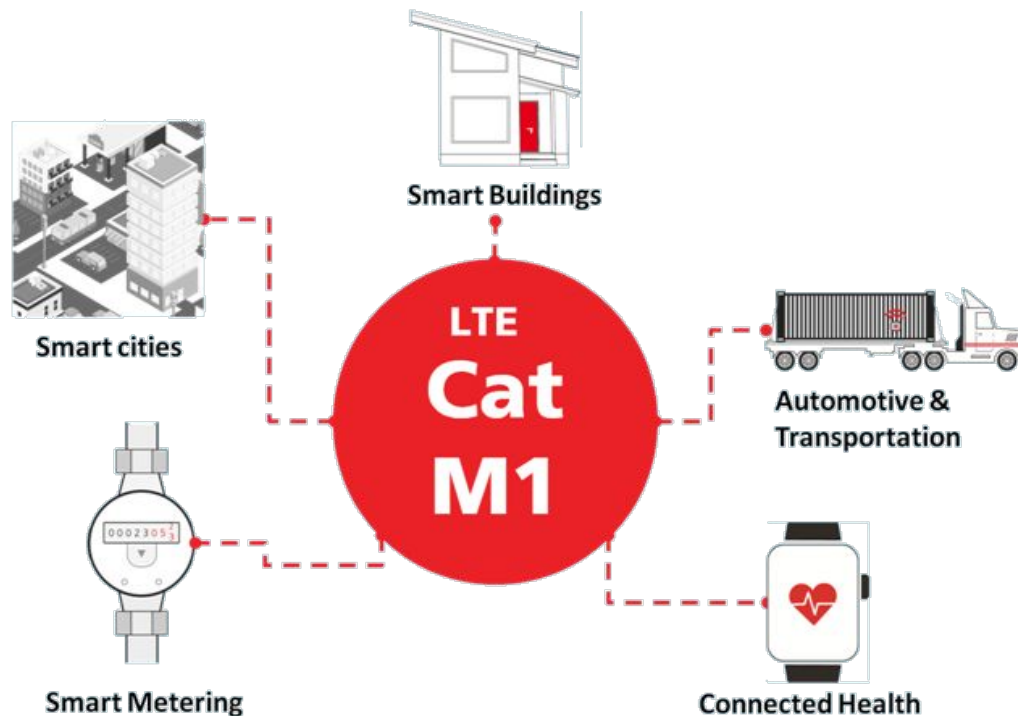
# LTE M1



A GLOBAL INITIATIVE



# LTE M1 - Futuras Aplicações



# LTE M1 - Implantação nos EUA

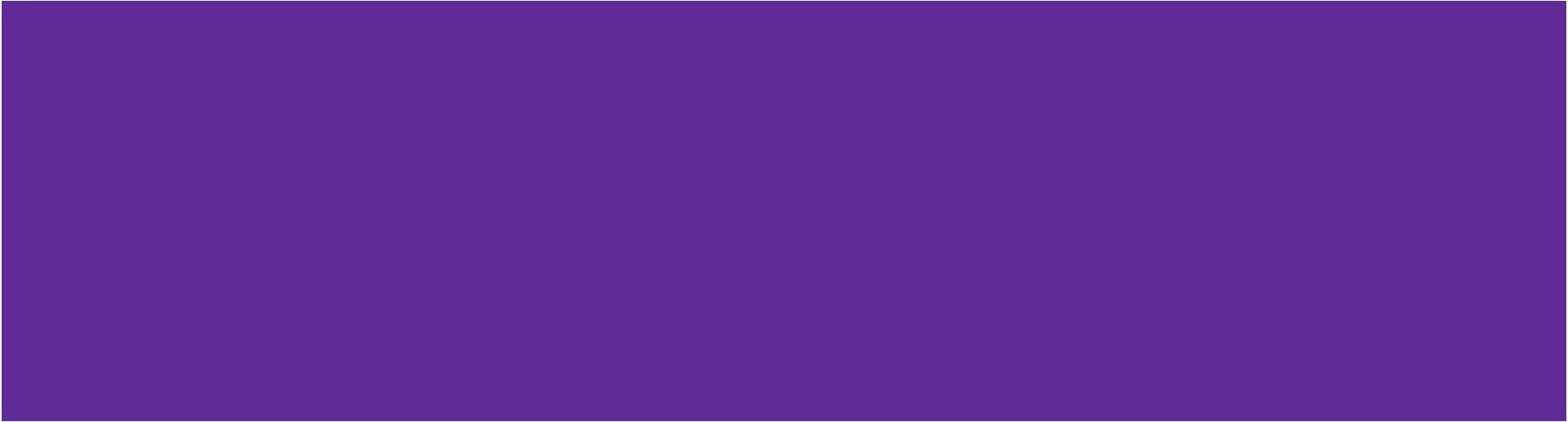
Verizon - Março de 2017

- Cobertura de 60 milhões de km<sup>2</sup>
- Principal utilização: Setor Industrial

AT&T - Maio de 2017

- Principal utilização: Setor Industrial
- Cobertura no México até final de 2017
- Cobertura de 400 milhões de pessoas

# Comparativos





# Nb-IoT x LTE M1

## Nb-IoT

- Menor consumo de energia
- Menor custo de componentes
- Maior cobertura

## LTE M1

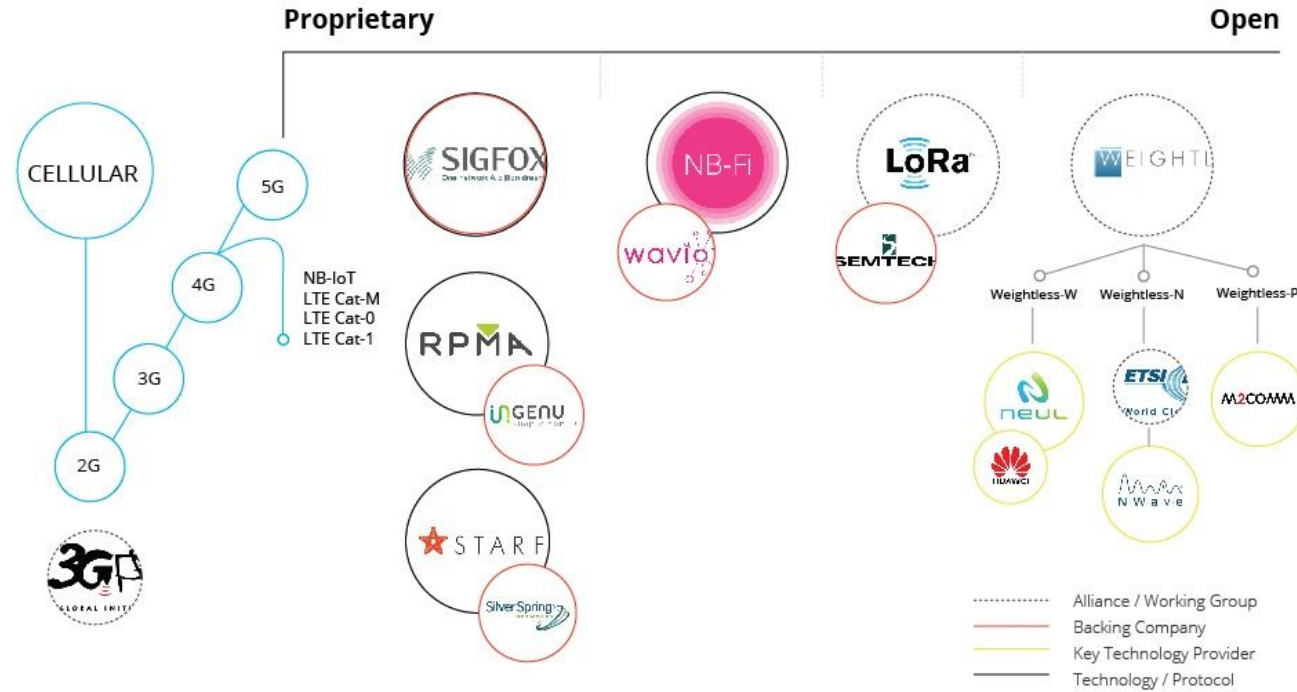
- Maior taxa de dados
- Menor complexidade na maioria das localidades
- Menor latência

# Comparativo técnico

-	Sigfox	LoRaWAN	NB-IoT	LTE Cat-M1
Espectro Licenciado	Não	Não	Sim	Sim
Modulação	UNB/GFSK/BPSK	SS Chirp	OFDMA	OFDMA
Largura de Banda	100 Hz	50 -125 KHz	200 KHz	20 - 1,4MHz
Taxa de dados	300 bps 12 bytes Max.	290 bps - 50 Kbps	20 Kbps	200 kbps - 1 Mbps
Número max. de mensagens por dia	140	ilimitado	ilimitado	ilimitado
Duração da bateria (1 pilha AA - 2.5Ah)	20 anos	10 anos	10 anos	1,5 anos
Cobertura de uma ERB	30-50Km	15Km	20 km	10 km
Proporção do custo por módulo	5\$	10\$	12\$	(-)

# LPWAN IoT Market

(Low-Power Wide Area Network)



# Conclusão



# Futuro...

Outras tecnologias?

Telecoms irão dominar o IoT ou se tornarão parceiras?

Ericsson: bilhões de dispositivos IoT em 2022

# Bibliografia

<https://www.u-blox.com/en/narrowband-iot-nb-iot>

[http://www.3gpp.org/news-events/3gpp-news/1861-nb\\_iot\\_bikes](http://www.3gpp.org/news-events/3gpp-news/1861-nb_iot_bikes)

<https://www.link-labs.com/blog/past-present-future-lpwan>

<https://medium.com/@dconrad/how-new-long-range-radios-will-change-the-internet-of-things-ed8e6b5e367f>

<https://www.youtube.com/watch?v=ABLDPYDtDYw> (SigFox)

<https://www.link-labs.com/blog/lora-faqs>

# Bibliografia

<https://www.disk91.com/2015/technology/internet-of-things-technology/what-is-lora/>

<http://dgmatics.com/technology/what-is-lpwan>

<http://newtoncbraga.com.br/index.php/eletronica/52-artigos-diversos/11992-conheca-a-tecnologia-lora-e-o-protocolo-lorawan-lor001>

<http://www.nickhunn.com/lora-vs-lte-m-vs-sigfox/>

<https://en.wikipedia.org/wiki/LPWAN>

[http://web.luxresearchinc.com/hubfs/Insight\\_Breakdown\\_of\\_LPWAN\\_Technologies.pdf?t=1461874447328](http://web.luxresearchinc.com/hubfs/Insight_Breakdown_of_LPWAN_Technologies.pdf?t=1461874447328)

# Bibliografia

[http://web.luxresearchinc.com/hubfs/Insight\\_Breakdown\\_of\\_LPWAN\\_Technologies.pdf?t=1461874447328](http://web.luxresearchinc.com/hubfs/Insight_Breakdown_of_LPWAN_Technologies.pdf?t=1461874447328)

<https://www.postscapes.com/long-range-wireless-iot-protocol-lora/>

<http://convergecom.com.br/teletime/07/04/2017/sigfox-lanca-sua-rede-para-iot-no-brasil/>

<http://www.ipesi.com.br/Noticias/4146-tecnologia-wireless-lora-comeca-a-decolar-tambem-no-brasil>

<https://www.link-labs.com/blog/sigfox-vs-lora>



# Bibliografia

<https://www.link-labs.com/blog/overview-of-narrowband-iot>

<http://www.lightreading.com/iot/nb-iot/could-lte-m-torpedo-nb-iot/a/d-id/732464>

<http://www.eweek.com/cloud/at-t-launches-u.s.-lte-m-network-for-industrial-iot>

<http://www.fiercewireless.com/wireless/verizon-launching-nationwide-lte-cat-m1-network-for-iot>

<https://docs.mbed.com/docs/lora-with-mbed/en/latest/intro-to-lora/>

<https://www.link-labs.com/blog/nb-iot-vs-lora-vs-sigfox>