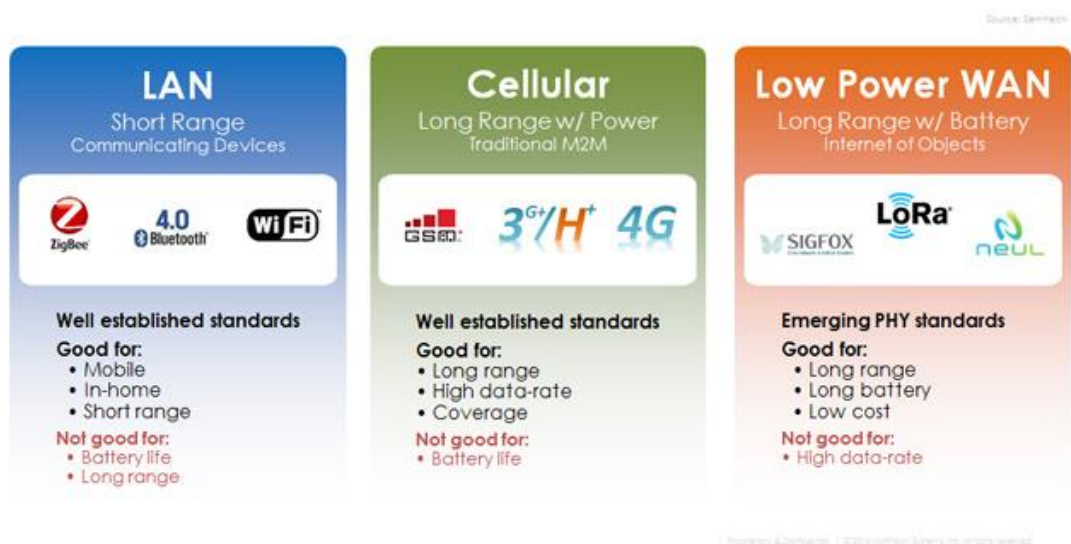


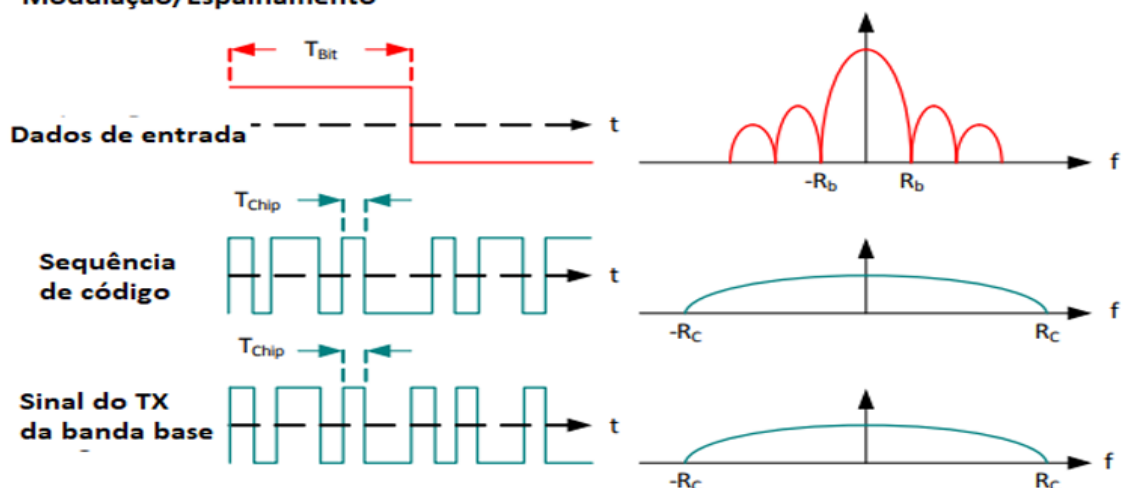
## Redes LoRa IoT

A rede LoRa é uma rede de baixa potência e longo alcance (uma LPWAN - Low Power Wide Area Network), que opera em uma faixa de frequência baixa (nos EUA, por exemplo, atua na faixa de 915MHz) e não licenciada. Graças à essa característica de ter uma baixa taxa de transmissão e obter um longo alcance, a rede LoRa auxilia a realizar diversas medições úteis através de sensores, por exemplo, para diversos tipos de análises, a fim de solucionar problemas do cotidiano, como: poluição, segurança (seja das ruas, de propriedades, atuando na prevenção/antecipação de eventos, como algum desastre da natureza ou alguma falha humana) e muito mais. A rede LoRa, portanto, já vem sendo utilizada na área de IoT (Internet of Things), sendo empregada em áreas como Urban Computing, Smart Cities e em diversas soluções onde se faz necessário a análise de diversos dados. Uma comparação entre a rede LoRa e as redes mais usuais pode ser vista abaixo:



Transmitir informações em uma banda de baixa frequência, com largura de banda a 500kHz, 250kHz ou 125kHz a uma baixa taxa de transmissão (indo de 290bps a 50kbps), propicia à rede LoRa um alcance de 5km em áreas urbanas e até 15km em áreas rurais, ou seja, a rede LoRa possui uma penetração de objetos muito maior do que as redes que utilizam uma faixa de frequência superior. A potência gira em torno de 20dBm ou 100mV e a modulação utilizada é derivada da CSS (Chirp Spread Spectrum Modulation), vista abaixo:

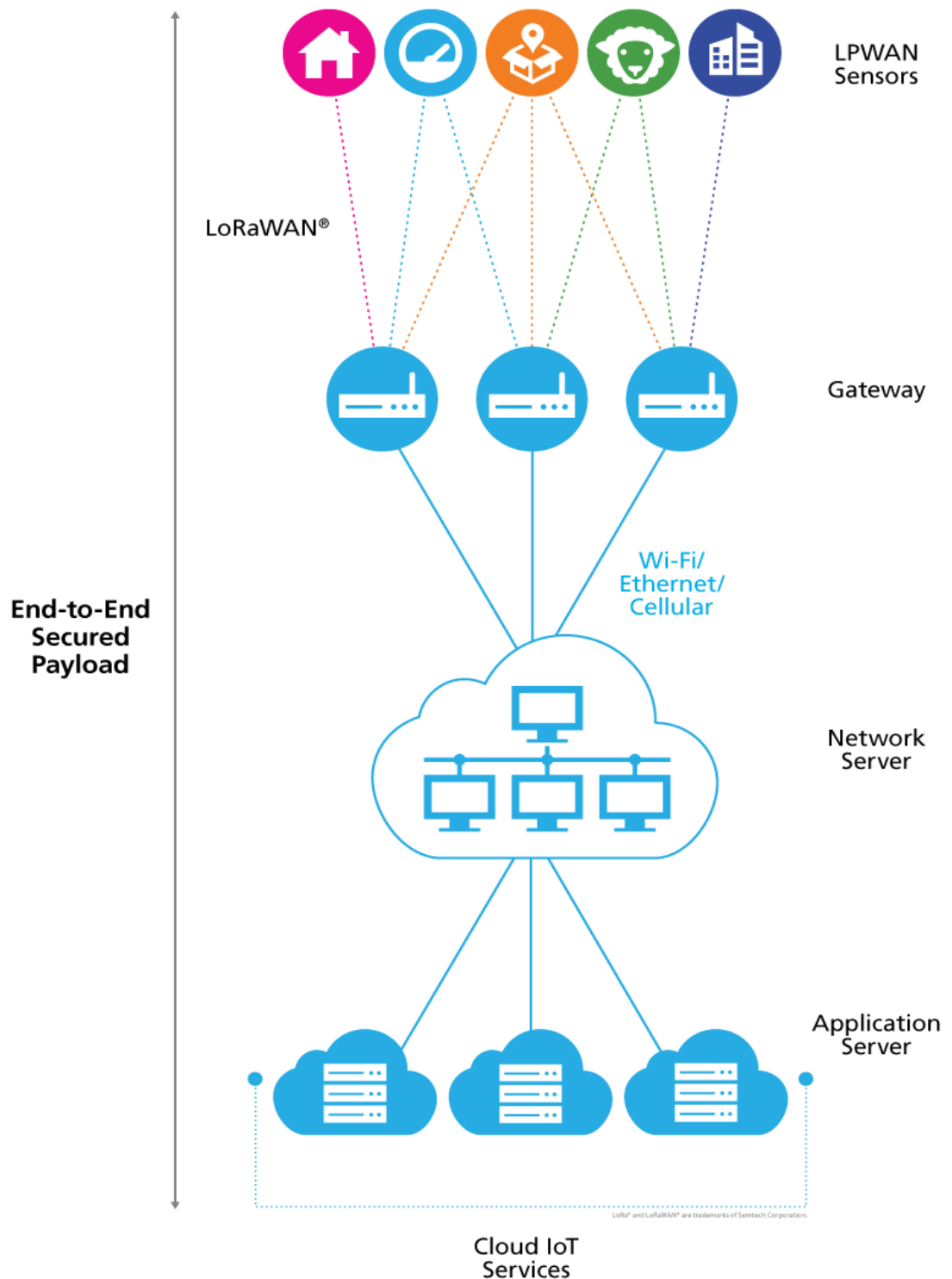
### Modulação/Espalhamento



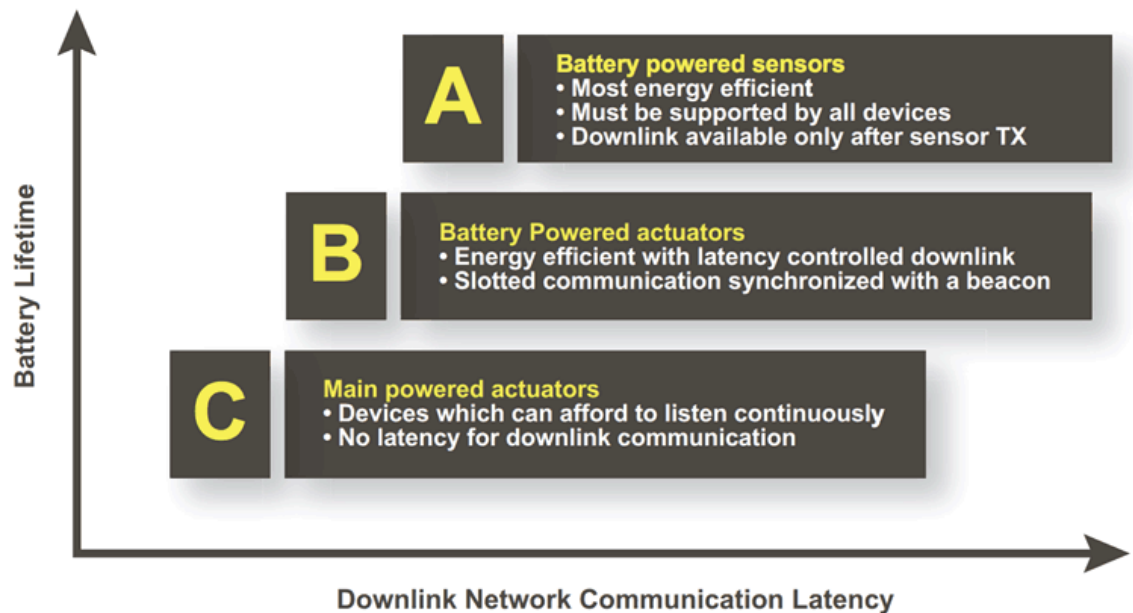
Na rede LoRa, existem alguns elementos importantes:

- os end-point, que são os dispositivos que estão conectados na rede LoRa, como sensor de humidade, temperatura, etc.;
- os gateways, que são os dispositivos responsáveis por receber os dados transmitidos dos sensores (end-points);
- os servidores de rede, que ficarão a cargo de receber os dados enviados pelos gateways e armazená-los;
- os servidores de aplicação, onde os dados recebidos serão tratados e então utilizados para algum fim.

A imagem abaixo esquematiza o que foi dito:



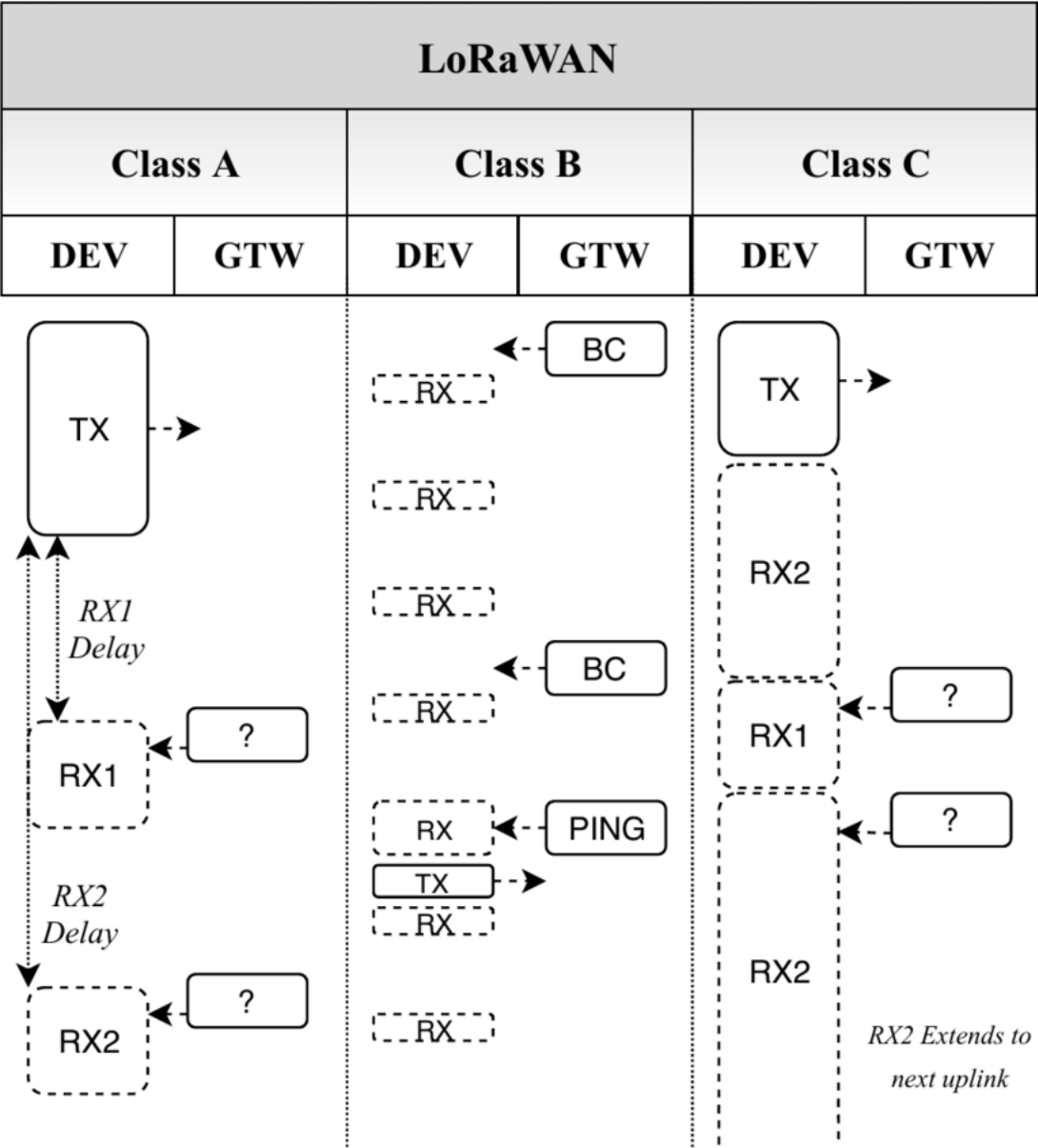
Sobre as classes dos dispositivos LoRa:



Mais informações sobre as classes dos dispositivos (todos são bidirecionais):

- Dispositivos classe A:
  - são os que possuem melhor eficiência energética;
  - só "escuta" quando envia informações;
  - para "escutar", abrem 2 janelas de tempo  $t_1$  e  $t_2$  para receber dados e, se nada for recebido neste tempo, o dispositivo só estará apto a receber no próximo uplink;
  - possuem a maior latência entre as classes;
  - é a classe padrão dos dispositivos. Dispositivos classe B e C são "expansões" dos dispositivos classe A, ou seja, são classes opcionais;
- Dispositivos classe B:
  - tem maior latência em troca de maior consumo de energia;
  - a latência é controlada, ficando no meio termo entre os dispositivos classe A e C neste quesito;
  - o gateway sabe quando o dispositivo está "escutando", pois o mesmo utiliza janela de recepção agendadas;
  - é importante salientar que, então, gateway e dispositivo estarão sincronizados através da utilização de sinais beacon e pings;
- Dispositivos classe C:
  - é a classe que demanda mais energia, em troca de uma latência menor;
  - esta classe também abre 2 janelas de recepção como na classe A, porém, ela mantém uma janela aberta constantemente e, só não irá "escutar" quando estiver enviando informações;
  - normalmente a classe A e B utilizam bateria e a classe C é alimentada por uma fonte externa;

Esta imagem detalha melhor como funciona as classes A (padrão e obrigatória), B (beacon) e C (continuous) dos dispositivos LoRa:



## Comparação de tecnologias LPWAN:

	Sigfox	LoRaWAN	NB-IoT
<b>Modulation</b>	BPSK	CSS	QPSK
<b>Frequency</b>	Unlicensed ISM bands (868 MHz in Europe, 915 MHz in North America, and 433 MHz in Asia)	Unlicensed ISM bands (868 MHz in Europe, 915 MHz in North America, and 433 MHz in Asia)	Licensed LTE frequency bands
<b>Bandwidth</b>	100 Hz	250 kHz and 125 kHz	200 kHz
<b>Maximum data rate</b>	100 bps	50 kbps	200 kbps
<b>Bidirectional</b>	Limited / Half-duplex	Yes / Half-duplex	Yes / Half-duplex
<b>Maximum messages/day</b>	140 (UL), 4 (DL)	Unlimited	Unlimited
<b>Maximum payload length</b>	12 bytes (UL), 8 bytes (DL)	243 bytes	1600 bytes
<b>Range</b>	10 km (urban), 40 km (rural)	5 km (urban), 20 km (rural)	1 km (urban), 10 km (rural)
<b>Interference immunity</b>	Very high	Very high	Low
<b>Authentication &amp; encryption</b>	Not supported	Yes (AES 128b)	Yes (LTE encryption)
<b>Adaptive data rate</b>	No	Yes	No
<b>Handover</b>	End-devices do not join a single base station	End-devices do not join a single base station	End-devices join a single base station
<b>Localization</b>	Yes (RSSI)	Yes (TDOA)	No (under specification)
<b>Allow private network</b>	No	Yes	No
<b>Standardization</b>	Sigfox company is collaborating with ETSI on the standardization of Sigfox-based network	LoRa-Alliance	3GPP

Por fim, temos alguns sites com venda de dispositivos LoRa (endpoints) comerciais:

- IoT Factory

[Sensor de detecção de fumaça](#)

Mais produtos [aqui](#).

- Khomp

[Sensor/transmissor de temperatura e umidade](#)

Mais produtos [aqui](#).

- Ursalink

[Sensor de temperatura e umidade](#)

Mais produtos [aqui](#).

- My devices

Lista de produtos [aqui](#).

Uma planilha com os sensores e gateways disponíveis no site pode ser encontrada [aqui](#).

- The things network

Lista de produtos [aqui](#).

- Thingpark

Lista de produtos [aqui](#).

Alguns sites com vendas de gateways LoRa:

- IoT Factory

Lista de gateways disponível [aqui](#).

- Khomp

[ITG 200](#)

- Uralink

É possível encontrar os gateways da uralink [aqui](#).

- My devices

Uma planilha com os sensores e gateways disponíveis no site pode ser encontrada [aqui](#).

- The things network

Lista com os produtos [aqui](#).

- Thingpark

Lista de gateways [aqui](#).

#### Bibliografia:

#### Imagens:

- [https://www.s-connect.se/zeige\\_reddi\\_produkt.php?produkt\\_ID=241](https://www.s-connect.se/zeige_reddi_produkt.php?produkt_ID=241)
- <https://www.newtoncbraga.com.br/index.php/telecom/16353-modulacao-lora-tel263>
- <https://www.semtech.com/lora/what-is-lora>
- <https://www.ursalink.com/en/blog/minimizing-power-consumption-longer-battery-life-sensors/>
- [https://www.researchgate.net/figure/Tx-Rx-Windows-for-LoRaWAN-Classes-A-B-and-C-Packets-with-are-optional-downlinks\\_fig1\\_333371705](https://www.researchgate.net/figure/Tx-Rx-Windows-for-LoRaWAN-Classes-A-B-and-C-Packets-with-are-optional-downlinks_fig1_333371705)
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405959517302953>

#### Texto:

- [A comparative study of LPWAN technologies for large-scale IoT deployment](#)
- [Modulação e protocolo LORAWAN](#)
- [Certification test providers](#)
- [Technical Documents: Semtech's paper and guide about LoRa & LORAWAN](#)
- [LoRa, SigFox and NB-IoT differences](#)
- [An Internet of Energy Things Based on Wireless LPWAN](#)