

**VIDAL**.com.br

**SEMTECH**

**MICROCHIP**

**eee<sup>®</sup>**  
Artimar Since 1962  
**50 ANOS**



Introdução a LoRa®

# Objetivos:

- ❑ Conhecer a tecnologia LoRa® e o protocolo LoRaWAN™
- ❑ Entender os conceitos da rede, esquema de modulação e parâmetros
- ❑ Ver aplicações de IoT baseadas em Lora:
  - Sensores remotos, cidades inteligentes, M2M  
(comunicação máquina-máquina), monitoramento de pessoas e animais, ...

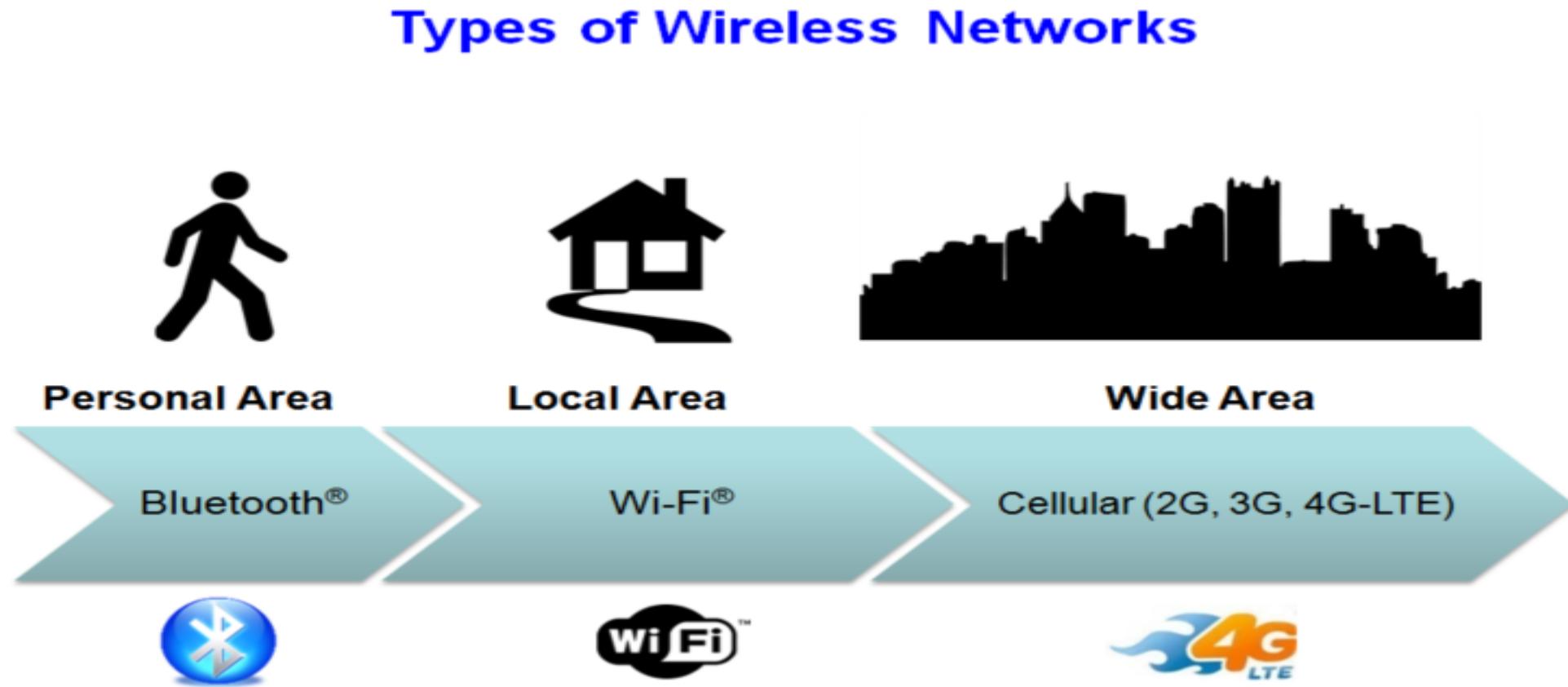
# Agenda

- 1 - Internet das Coisas ( IoT )
- 2 – Protocolo LoRaWAN™
- 3 – Módulos Microchip & kits LoRa®

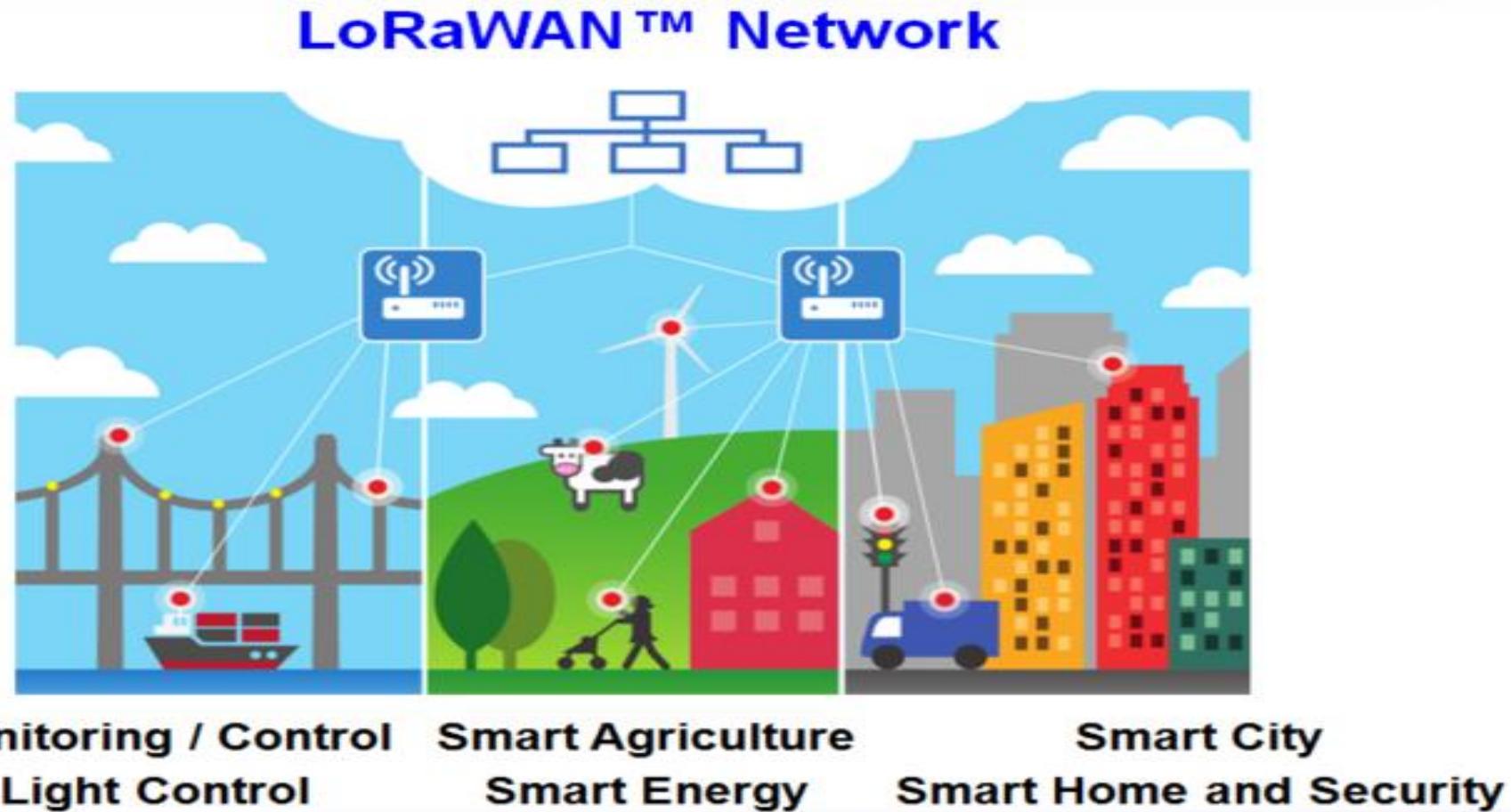
# 1 - Internet of Things ( IoT )

- Definição genérica
  - Dispositivos conectados
  - Comunicação ocorre sem intervenção humana

# IoT (Internet of Things – Internet das Coisas)



# IoT (Internet of Things – Internet das Coisas)



# LoRa Alliance

- Lora alliance (<http://lora-alliance.org/>)  
É uma organização aberta, sem fins lucrativos
- Missão: Padronizar redes LPWAN (Low Power Wide Area Networks)
- Seus membros trabalharão para impulsionar o sucesso do protocolo “LoRaWAN™”.



# Membros do LoRa Alliance

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

Jan/2015

## Sponsor Members



# Membros do LoRa Alliance...

Contributor Members



ESPOTEL

FastNet



gemalto  
Security for the future



Inmarsat



irdeto



LACE

LinkLabs

M2S Communications Planning



MULTITECH



OrbiWise

senet



stream

swisscom



Adopter Members

StarNet



ACN

ALFLEX



ALPWISE

AMIHO  
technology  
intelligent wireless



arkessa

AT4  
a OMEGATE company



ManThink

BETTSCHEN

braveridge

CIRCUIT DESIGN, INC.

CommunThings SA

ComVisions BV

# Membros do LoRa Alliance...



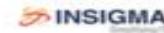
EDF



HON HAI PRECISION



Innovation Vision FZC



Iotivity Developpement



LORIOT



Future Electronics



MEDRIA Technologies



# Membros do LoRa Alliance...



Neptune Light, Inc.



NetCommWireless



nke  
WIRELESS



seas-rive



SENSING LABS



SERCOM



Silicon Controls



On Yield Inc Ltd



RoyalTek

RTLS

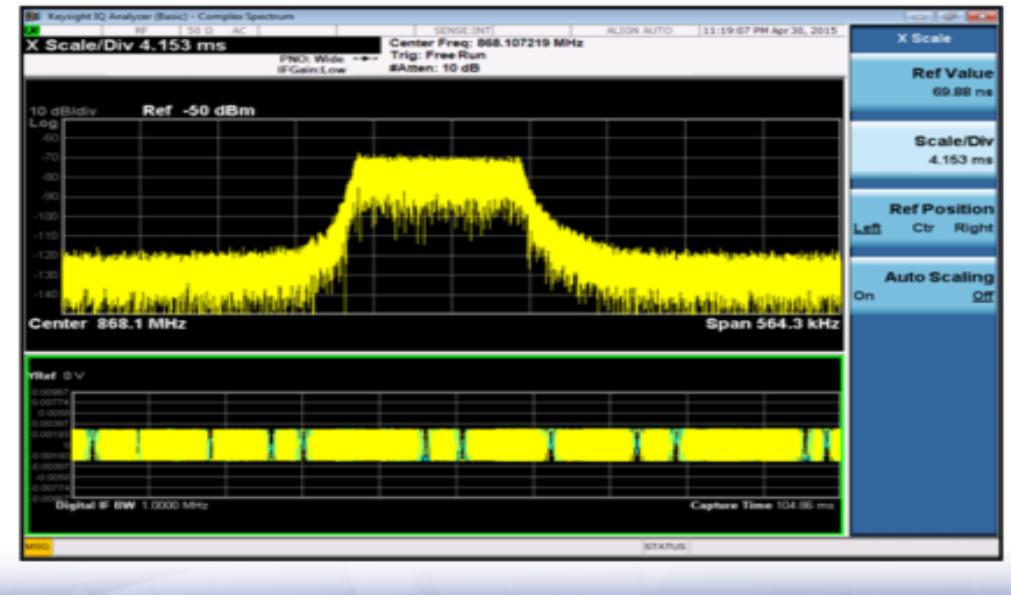
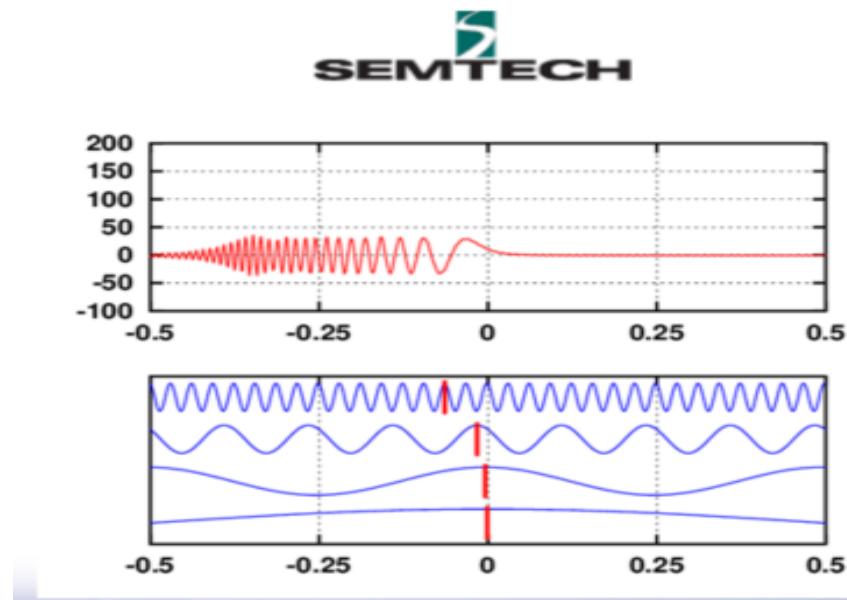


# 2 – Protocolo LoRaWAN™

- A. Modulação na tecnologia LoRa™
- B. Como funciona a tecnologia LoRaWAN™
- C. Classes de dispositivos finais (End-Devices)
- D. Ativação dos dispositivos
- E. Segurança
- F. Dispositivo Classe A: Comunicação de dados
- G. Taxa de dados adaptativa (ADR)

## A. Modulação LoRa™

- Tecnologia proprietária - “Spread Spectrum”
  - Desenvolvida pela Semtech Corporation (<http://www.semtech.com/>)
  - Sinal modulado em “Chirped-FM”
  - Aumento na sensibilidade do receptor
  - Permite longo alcance pela diminuição do pacote de dados

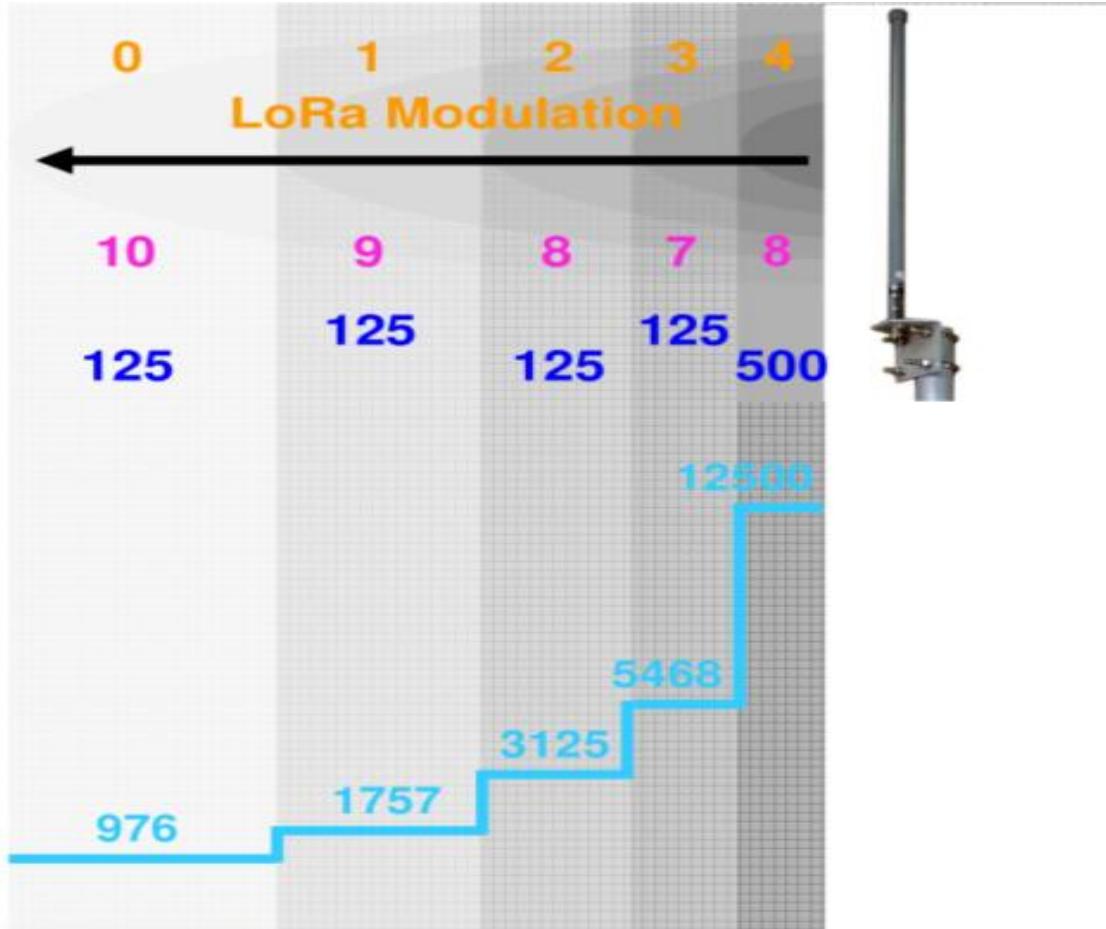


## A. Modulação LoRa™

- Spreading Factor (SF)
  - Programável: 7, 8, 9, 10, 11, 12
    - Quanto MAIOR o SF, mais informação por bit
- Largura de banda (BW)
  - Ajustável: 125 kHz, 250 kHz, 500 kHz
    - Para cada SF, quanto menor a BW, mais ‘sensibilidade’ e mais ‘tempo de transmissão’
- Forward Error Correction (FEC) Code Rate (CR)
  - Melhora a redundância para detectar e corrigir erros

## A. Modulação LoRa™

Opções de modulação para a América do Norte



**Data Rate (DR)**

**Range**

**Spreading Factor (SF)**

**Bandwidth (BW) (kHz)**

**Bitrate (BR) (bps)**

## A. Modulação LoRa™

Maior alcance → Pacote (payload) menor:

- Data Rate (DR) = 0
  - Modulação LoRa™
  - Spreading Factor (SF) = SF10
  - Bandwidth (BW) = 125 kHz
  - Coding Rate (CR) = 4/5
- Taxa de transmissão (Bit Rate) = 976 bps
- Tamanho máximo do pacote (payload) = **11 bytes**
  - Tempo no ar = 371 ms

## A. Modulação LoRa™

Menor alcance → Pacote (payload) maior:

- Data Rate (DR) = 4
  - Modulação LoRa™
  - Spreading Factor (SF) = SF8
  - Bandwidth (BW) = 500 kHz
  - Coding Rate (CR) = 4/5
- Taxa de transmissão (Bit Rate) = 12500 bps
- Tamanho máximo do pacote (payload) = **242 bytes**
  - Tempo no ar = 175 ms

## B. Como funciona a tecnologia LoRaWAN

- **Low Power Wide Area Network (LPWAN)**

- Bidirecional
- Topologia estrela
- Baixa taxa de dados
- Baixo custo
- Longa duração de bateria

- **Ideal para:**

- Internet of Things (IoT)
- Machine-to-Machine (M2M)
- Automação Industrial
- Aplicações de baixo consumo
- Sensores operados a bateria
- Cidades inteligentes (Smart City)
- Medidores inteligentes (Smart Meter)

*Permite uma arquitetura de rede mais simples:*

- *Sem repetidores*
- *Sem roteamento 'mesh'*

<http://lora-alliance.org/What-Is-LoRa/Technology>

## B. Como funciona a tecnologia LoRaWAN



B. Como funciona a tecnologia LoRaWAN

## Physical Topology

End-Device



Gateway



Network Server



Application Server



Sub-GHz RF

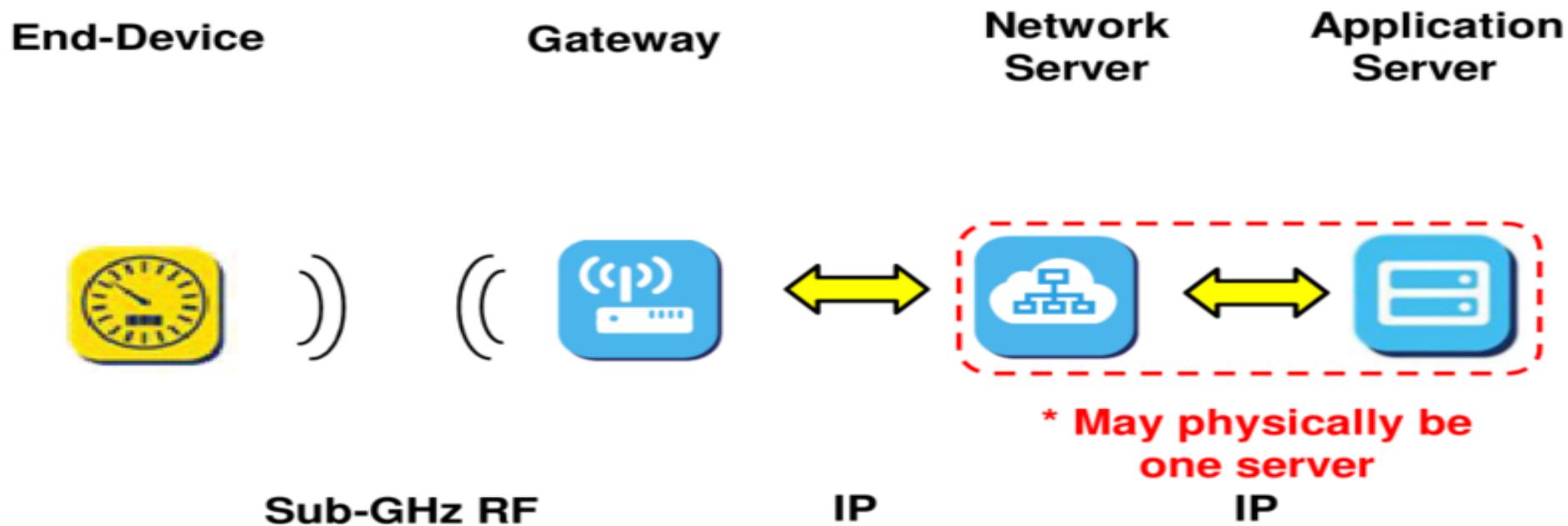
IP

IP

## Advanced Network Topology

## B. Como funciona a tecnologia LoRaWAN

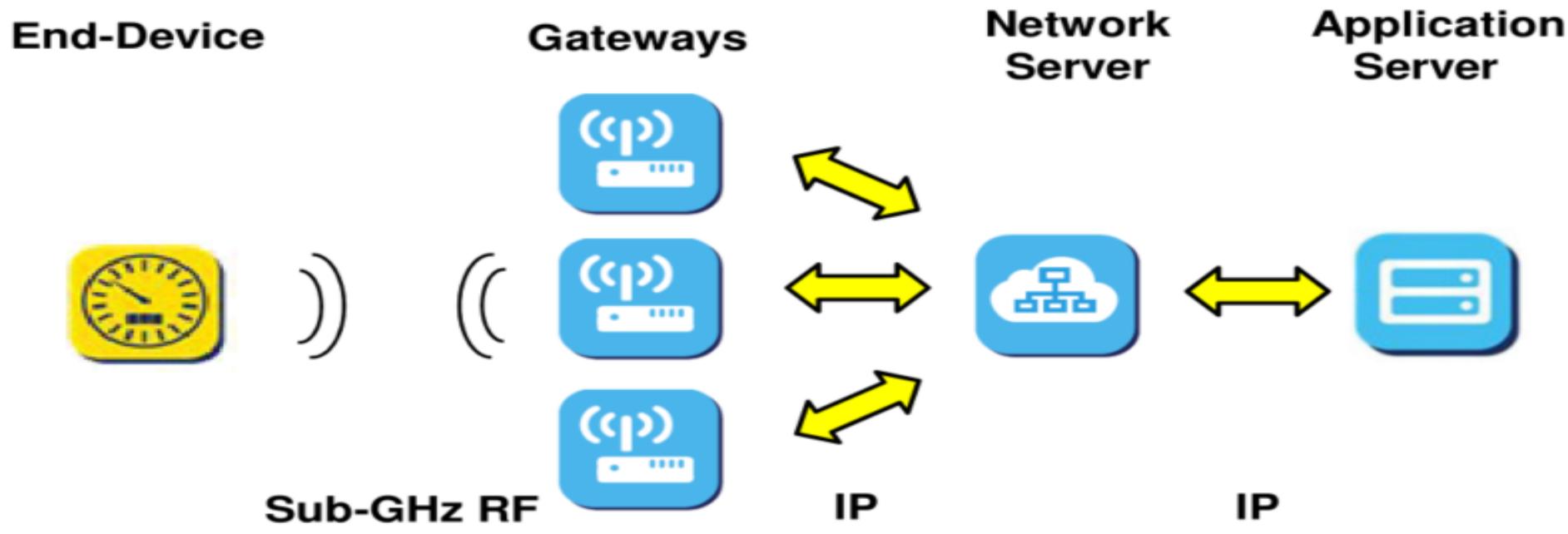
### Physical Topology



### Advanced Network Topology

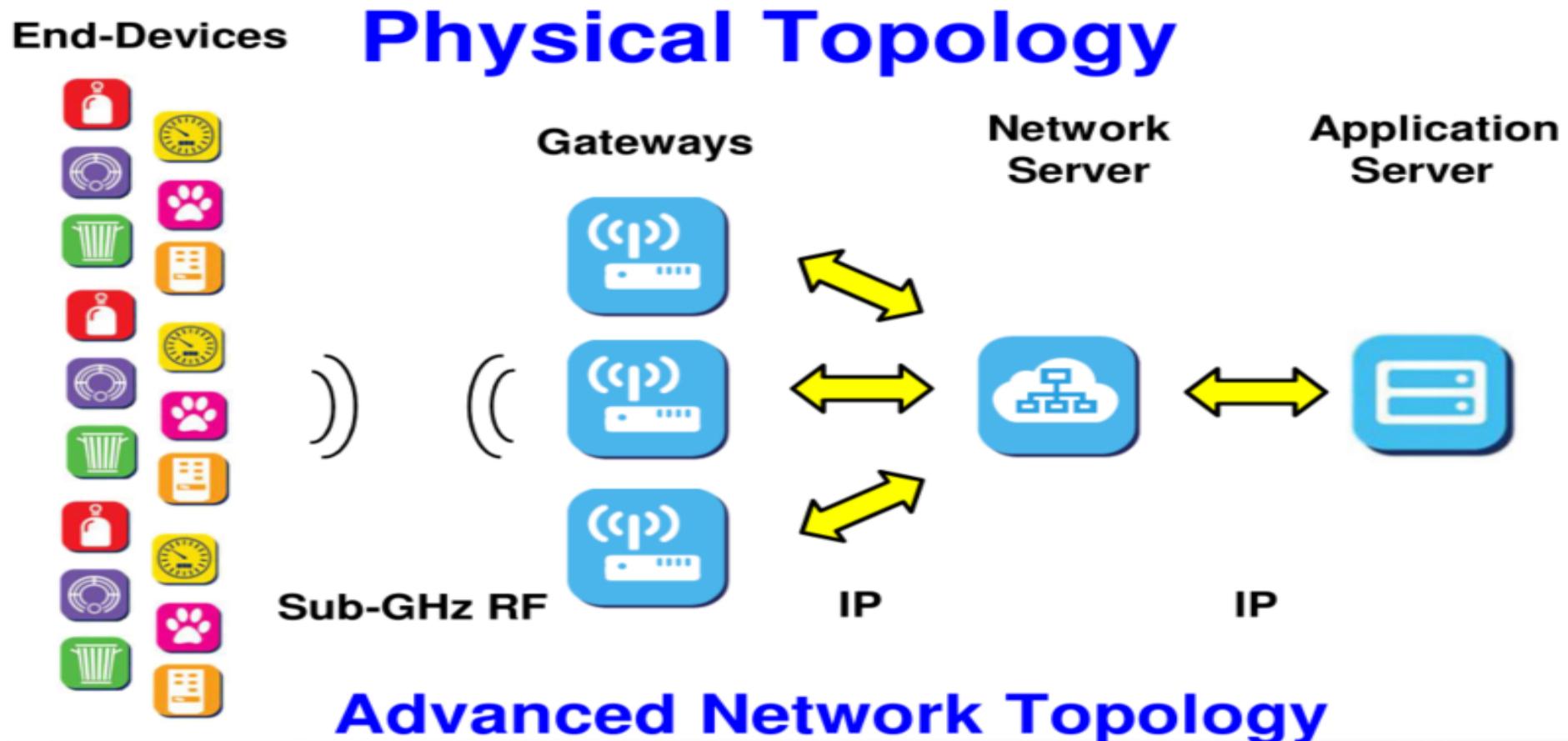
B. Como funciona a tecnologia LoRaWAN

## Physical Topology

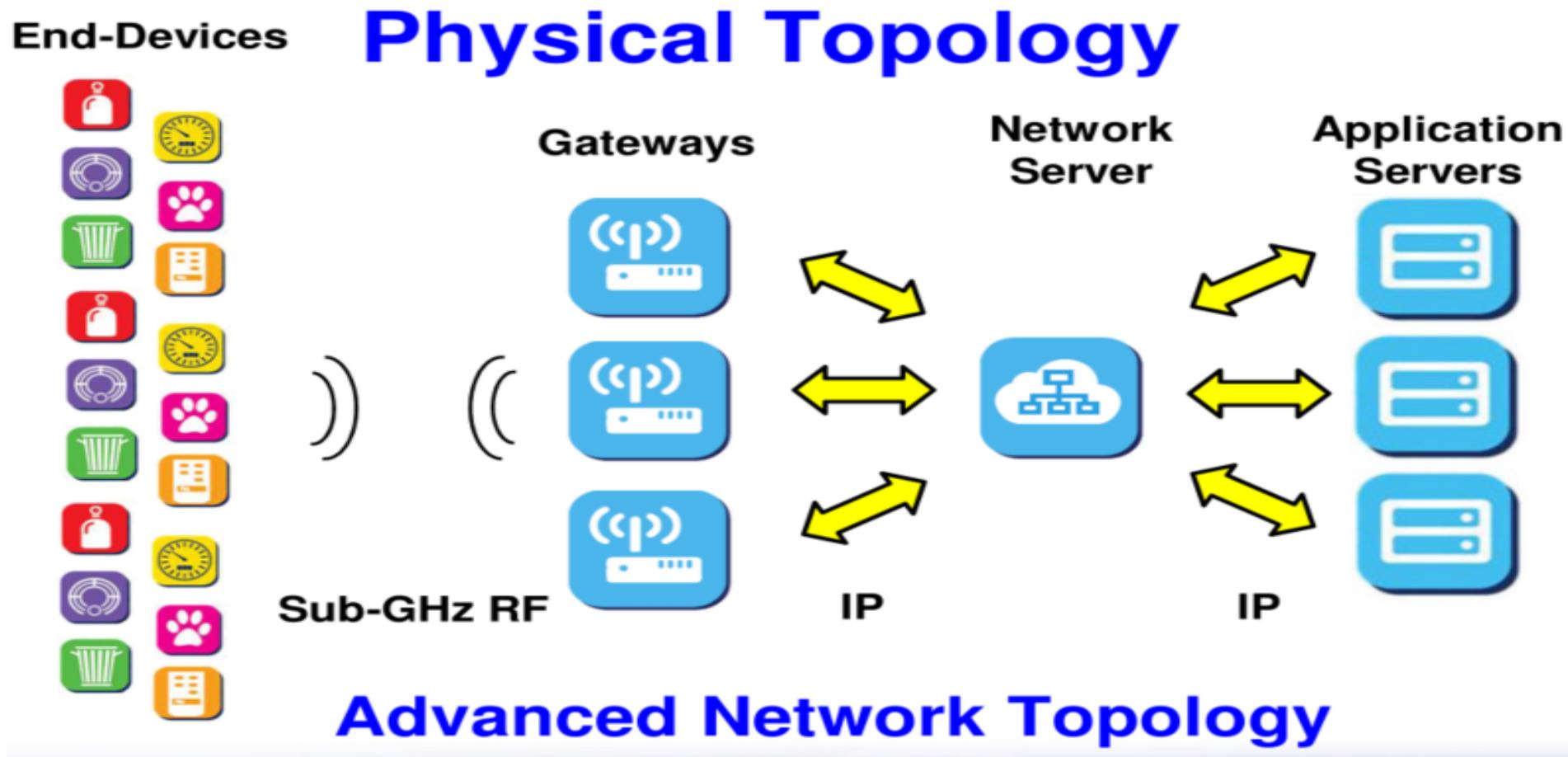


## Advanced Network Topology

## B. Como funciona a tecnologia LoRaWAN



## B. Como funciona a tecnologia LoRaWAN

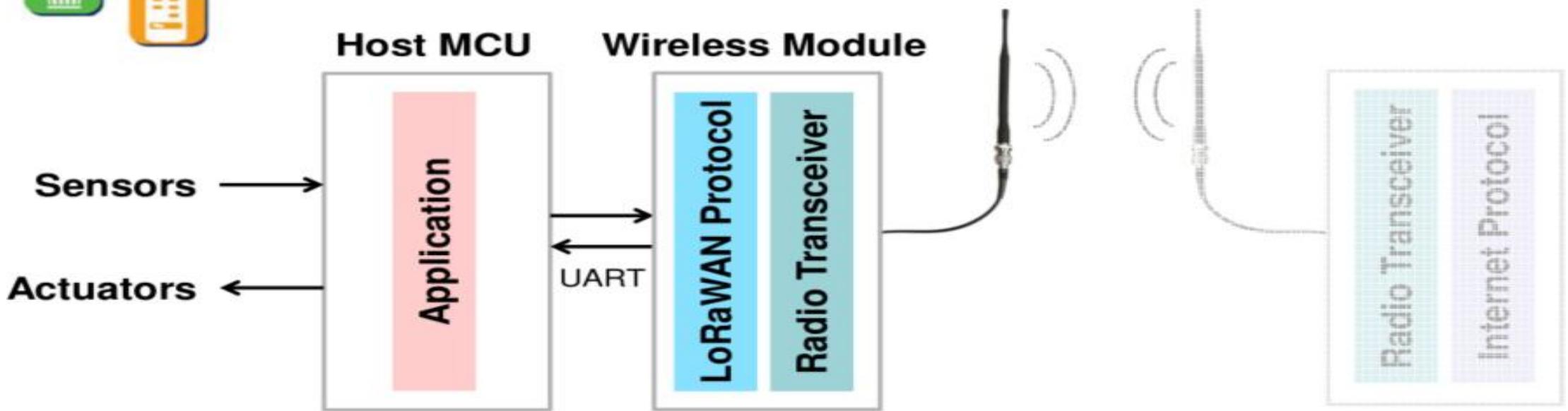


## B. Como funciona a tecnologia LoRaWAN

### End-Device



- The “Thing” in IoT
- Single-hop wireless communication to one or many **Gateway(s)**.

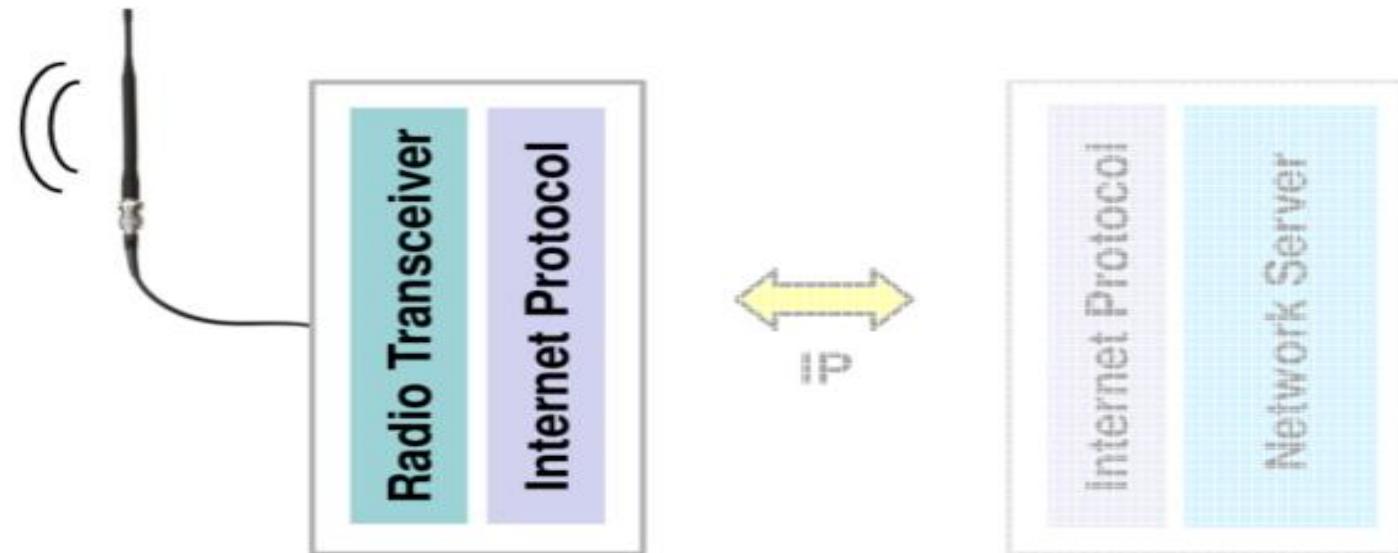


## B. Como funciona a tecnologia LoRaWAN

### Gateway



- Interface the LoRaWAN RF Network to LoRaWAN Backend Services
- Data is “passed through” to Servers
- Connected to **Network Server** via standard IP connection.

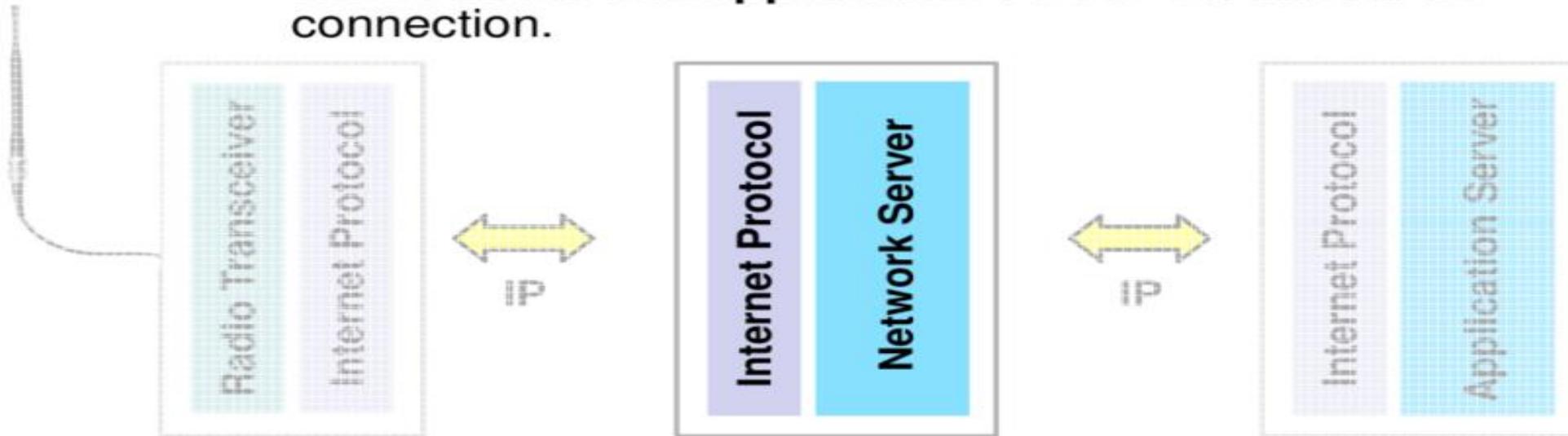


## B. Como funciona a tecnologia LoRaWAN

### Network Server



- **Network Server** authenticates data
- If data is addressed to **Network Server**, data is processed
- Else data will be forwarded to **Application Server**
- Connected to the **Application Server** via standard IP connection.

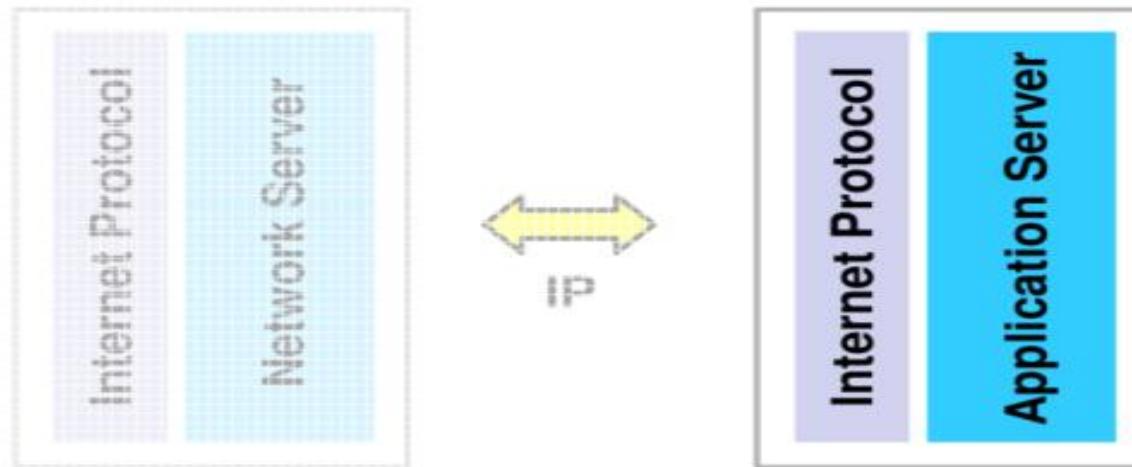


## B. Como funciona a tecnologia LoRaWAN

### Application Server



- Consumer of data
- **Application Server** decrypts data
- Multiple Application Servers can exist within the same LoRaWAN Network



**Example:** Each Application Server handles specific type of data



**Electric Meter**



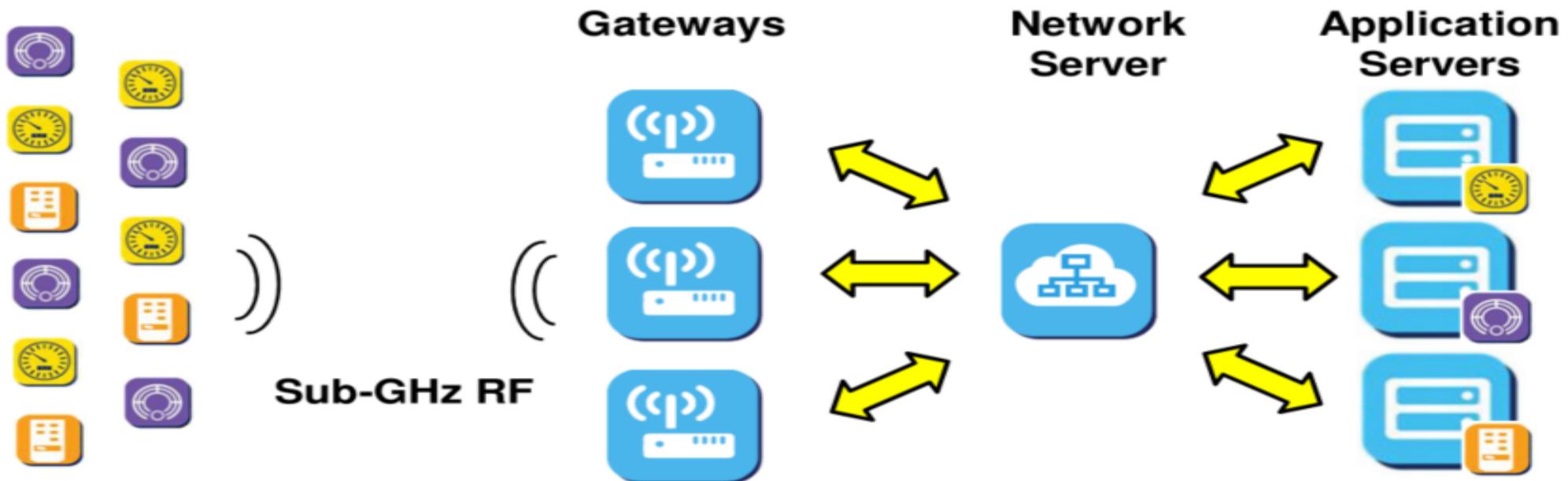
**Vending Machine**



**Smoke alarms**

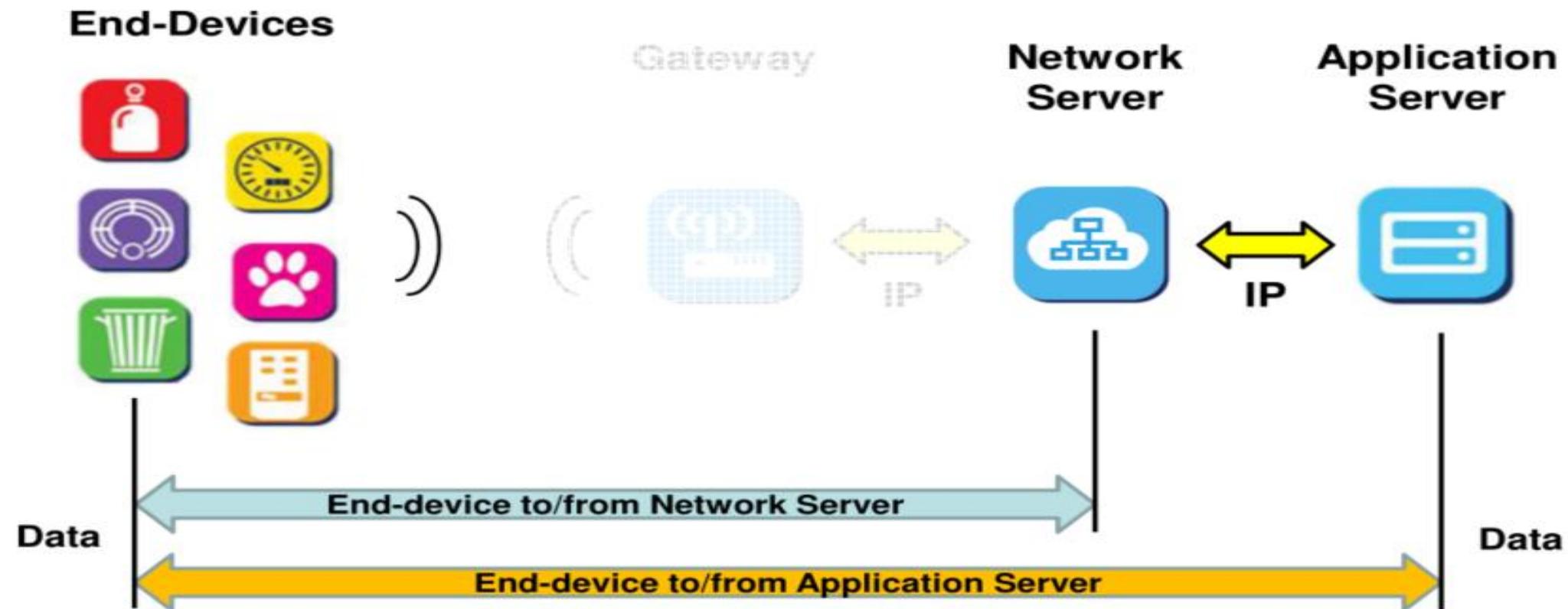
## B. Como funciona a tecnologia LoRaWAN

### Multiple Application Servers Example



B. Como funciona a tecnologia LoRaWAN

## Logical Data Flow (Programmer's Model)



## C. Classes de dispositivos finais (end-devices)

- Cada classe de dispositivos tem um comportamento diferente dependendo do tempo de resposta, alimentação e aplicação:

- Alta latência                    >>> Classe A

(geralmente operados a bateria)

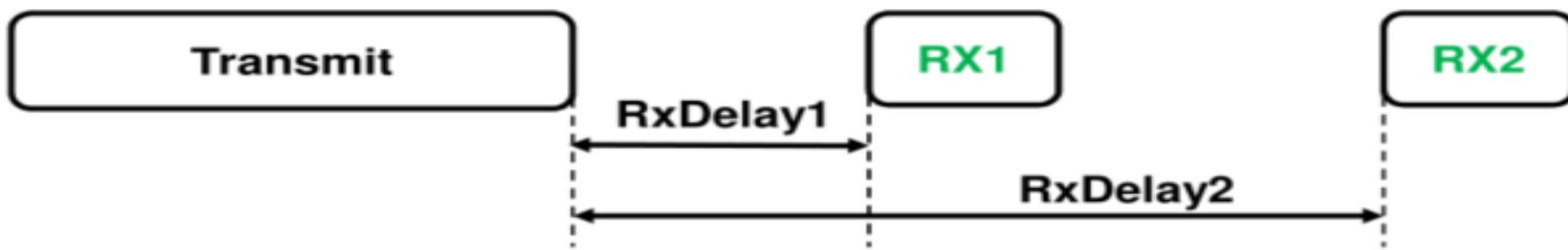
- Baixa latência                    >>> Classe B

- Sem latência                    >>> Classe C

## C. Classes de dispositivos finais (end-devices)

- Classe A – Operados a bateria

- Comunicação Bidirecional
- Mensagem ponto a ponto
- Pacotes de dados pequenos
- Intervalos longos
- O ‘End-device’ inicia a comunicação (uplink)
- O servidor se comunica com ‘end-device’ (downlink) durante ‘janelas’ de tempo pré determinadas:



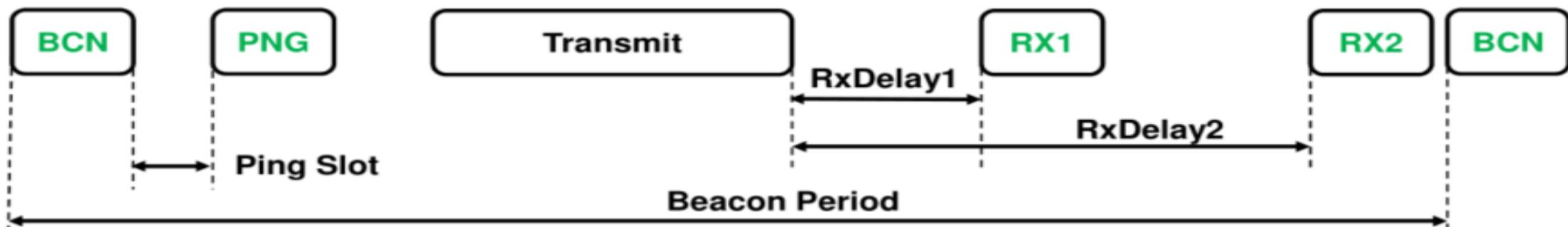
## C. Classes de dispositivos finais (end-devices)

- Classe A
  - **Prós**
    - Baixo consumo = maior duração da bateria
  - **Contras**
    - Latência alta = atraso em respostas
- Exemplo
  - Sensores em locais remotos ou de difícil acesso

## C. Classes de dispositivos finais (end-devices)

- Classe B – Baixa Latência

- Bidirecional com janelas de recepção agendadas
- Transmissão para um único ponto ou para vários pontos
- Mensagens pequenas
- Intervalos longos
- Sinalização peródica (beacon) recebida do gateway
- Janela extra de recepção (ping slot)
- Servidor pode iniciar transmissão em intervalos fixos



## C. Classes de dispositivos finais (end-devices)

- Classe B
  - Prós
    - Latência determinística
  - Contras
    - Alto consumo
- Exemplo
  - Atuadores remotos

## C. Classes de dispositivos finais (end-devices)

- Classe C – Sem Latência

- Bidirecional com janelas de recepção agendadas
- Transmissão para um único ponto ou para vários pontos
- Mensagens pequenas
- Servidor pode iniciar transmissão a qualquer momento
- ‘End-device’ sempre recebendo dados



## C. Classes de dispositivos finais (end-devices)

- Classe C – Sem Latência

- Prós

- Tempo de resposta pequeno
    - ‘End-device’ sempre recebendo

- Contras

- Alto consumo
      - ‘end-device’ deve ser alimentado por energia ininterrupta

- Exemplo

- Atuadores para resposta rápida

## D. Ativação (joining) dos dispositivos (End-devices)

- Para que um dispositivo possa se comunicar na rede LoRaWAN, o mesmo deve ser **ativado**:

## D. Ativação (joining) dos dispositivos (End-devices)

**Existem 2 métodos de ativação para a troca de mensagens:**

### **Over-the-Air Activation (OTAA)**

**(Ativação pela troca de dados na rede)**

- Dispositivo tem um “Identificador único global”
- Dispositivo não ‘sabe’ a qual rede vai se conectar
- Troca de credenciais entre dispositivo e rede a cada ativação.



### **Activation By Personalization (ABP)**

**(Ativação personalizada)**

- Número do dispositivo & chaves de segurança gravadas no momento da produção
- Fixos para uma única rede



## D. Ativação (joining) dos dispositivos (End-devices)- OTAA

- Informações para ativação OTAA:

- 1) Device Unique ID (DevEUI)

- ✓ Endereço do dispositivo
- ✓ 64 bits

- 2) Application EUI (AppEUI)

- ✓ Número de identificação da aplicação na rede
- ✓ 64 bits

- 3) Application Key (AppKey)

- ✓ Chave de segurança da aplicação
- ✓ 128 bits

## D. Ativação (joining) dos dispositivos (End-devices)- ABP

- Informações para ativação ABP:
  - 1) Device Unique ID (DevEUI)
    - ✓ Endereço do dispositivo
    - ✓ 64 bits
  - 2) Device Address (DevAddr)
    - ✓ Endereço do dispositivo na rede desejada
    - ✓ 32 bits
  - 3) Application Session Key (AppSKey)
    - ✓ Chave de segurança da aplicação
    - ✓ 128 bits
  - 4) Network Session Key (NwkSKey)
    - ✓ Chave de segurança da rede
    - ✓ 128 bits

## D. Ativação (joining) dos dispositivos (End-devices)– Detalhes

- **1) Device Unique Identifier (DevEUI)**

- Identificador de 64 bits (8 bytes).
  - Ex: 0x0004A30012345678
- Único para cada dispositivo
- Presente em cada transmissão
- Compartilhado entre o ‘End-device’, o ‘Network Server’ e o ‘Application Server’
- Diferencia cada dispositivo dentro da rede.
- Os módulos Lora da Microchip possuem internamente um número chamado HWEUI (único ) que pode ser lido e usado como DevEUI (recomendado !)

## D. Ativação (joining) dos dispositivos (End-devices)– Detalhes

- **2) Application Unique Identifier (AppEUI) - OTAA**

- Número da aplicação - 128 bits
  - Ex.: 0x1234567890ABCDEF1234567890ABCDEF
- Identifica para qual aplicação os dados serão enviados

## D. Ativação (joining) dos dispositivos (End-devices)– Detalhes

- **3) Application Key (AppKey) - OTAA**

- Chave de encriptação AES de 128 bits
  - Ex.: 0x1234567890ABCDEF1234567890ABCDEF
- Único por dispositivo
- Compartilhado entre o ‘End-device’ e o ‘Application Server’
- Usado para encriptar / decriptar os dados da mensagem para o ‘Application Server’
- Garante a segurança dos dados enviados

## D. Ativação (joining) dos dispositivos (End-devices)– Detalhes

- **4) Device Address (DevAddr) - ABP**

- Identificador de 32 bits (4 bytes).
  - Ex: 0x12345678
- Único na rede
- Presente em cada transmissão
- Compartilhado entre o ‘End-device’, o ‘Network Server’ e o ‘Application Server’
- Diferencia cada dispositivo dentro da rede, permitindo que os servidores usem as chaves de encriptação corretas para cada transmissão, permitindo correta interpretação dos dados

## D. Ativação (joining) dos dispositivos (End-devices)– Detalhes

- **5) Network Session Key (NwkSKey) - ABP**

- Chave de encriptação AES de 128 bits
  - Ex.: 0x1234567890ABCDEF1234567890ABCDEF
- Único por dispositivo
- Compartilhado entre o ‘End-device’ e o ‘Network Server’
- Proporciona a integridade das mensagens na comunicação entre dispositivo e o servidor de rede, mas não permite ao servidor de rede acesso aos dados enviados

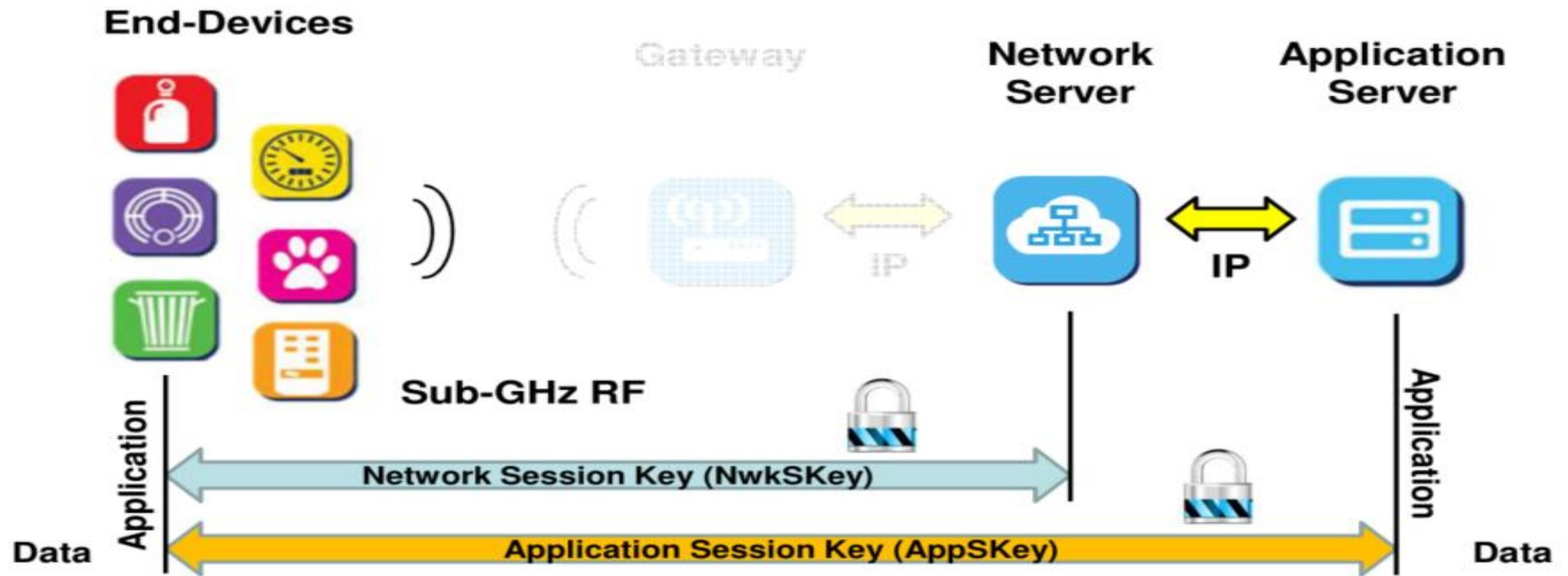
## D. Ativação (joining) dos dispositivos (End-devices)– Detalhes

- **6) Application Session Key (AppSKey) - ABP**

- Chave de encriptação AES de 128 bits
  - Ex.: 0x1234567890ABCDEF1234567890ABCDEF
- Único por dispositivo
- Compartilhado entre o ‘End-device’ e o ‘Application Server’
- Usado para encriptar / decriptar os dados da mensagem para o ‘Application Server’
- Garante a segurança dos dados enviados

## E. Segurança

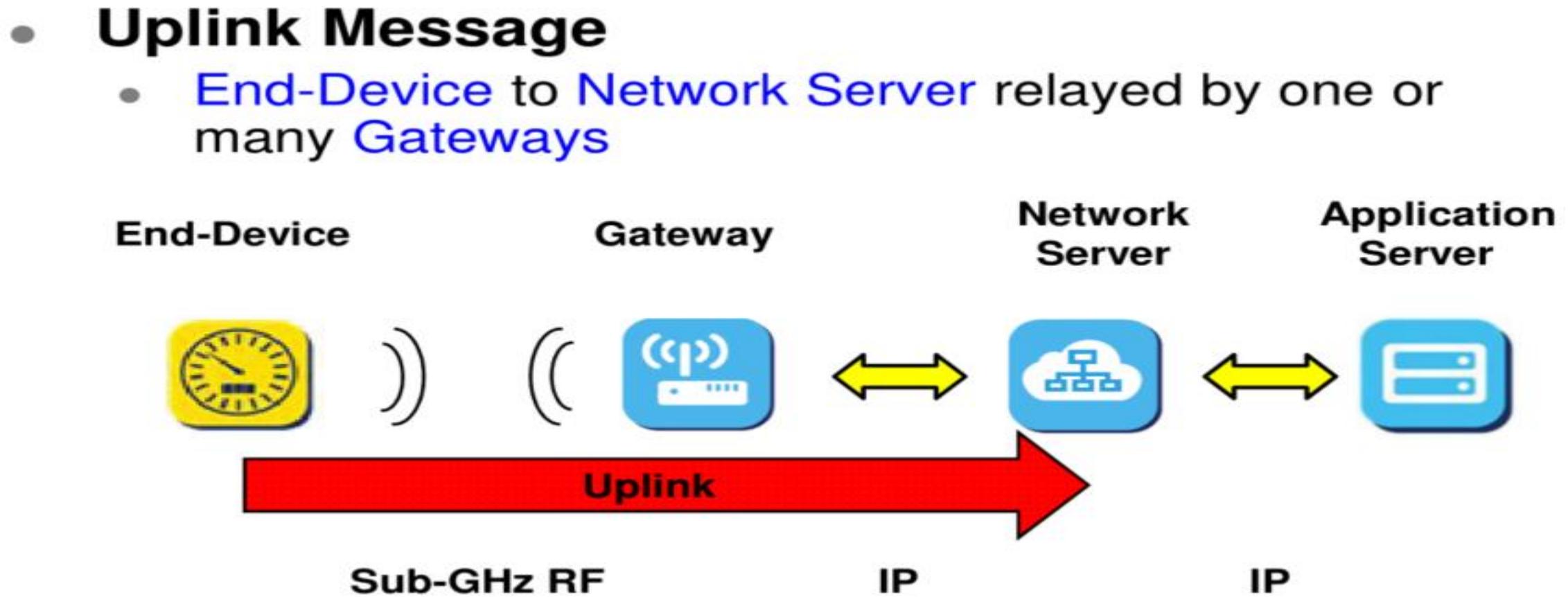
# Logical Data Flow (Programmer's Model)



## E. Segurança

- Baseada na norma 802.15.4
  - AES de 128 bits
- Melhorias
  - Network Session Key (NwkSKey)
  - Application Session Key (AppSKey)
- O ‘Network Server’ autentica os dados da Aplicação
- O ‘Network Server’ não pode decriptar os dados da Aplicação

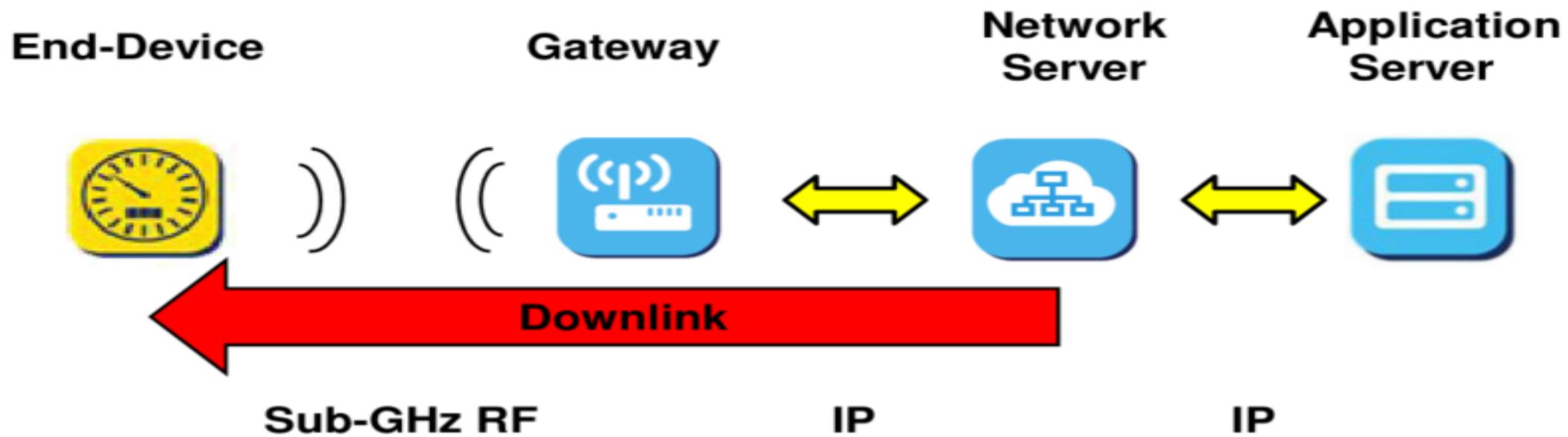
## F. Comunicação nos dispositivos Classe A



## F. Comunicação nos dispositivos Classe A

- **Downlink Message**

- Sent by the **Network Server** to only one **End-Device** and is relayed by a single **Gateway**



## F. Comunicação nos dispositivos Classe A

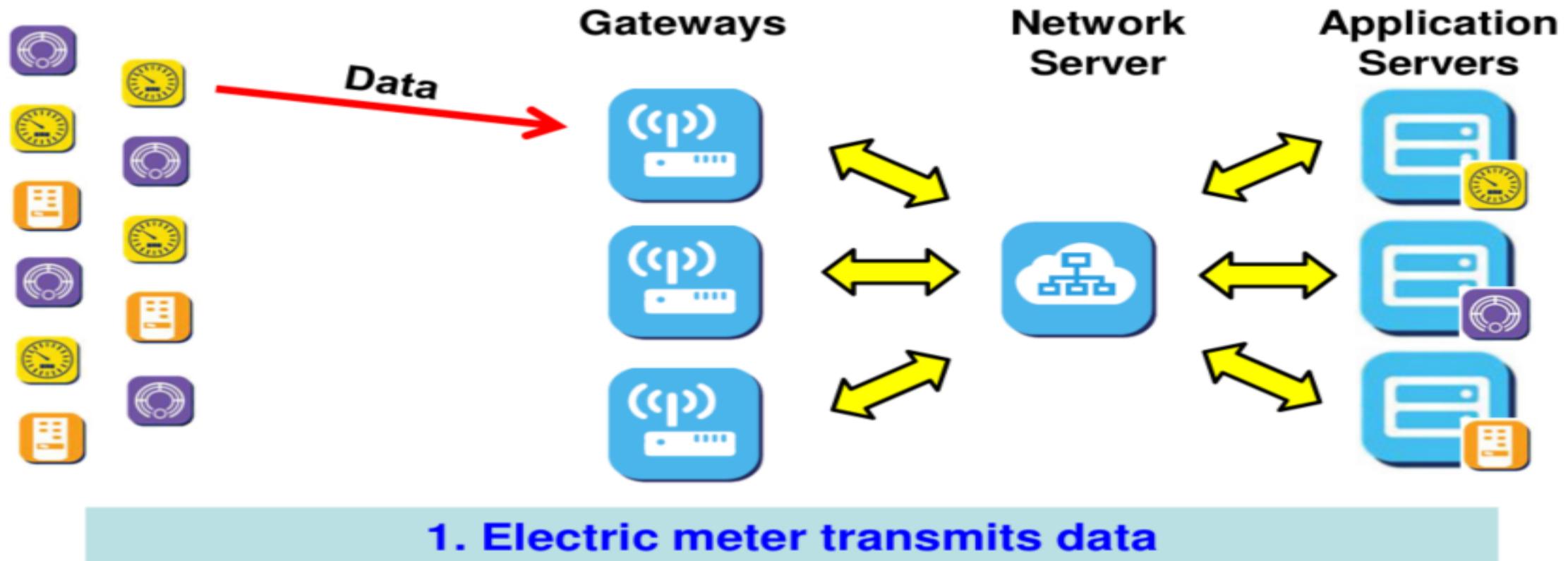
- I) Mensagens sem confirmação (unconfirmed)

O 'end-device' não pede confirmação

Exemplo...

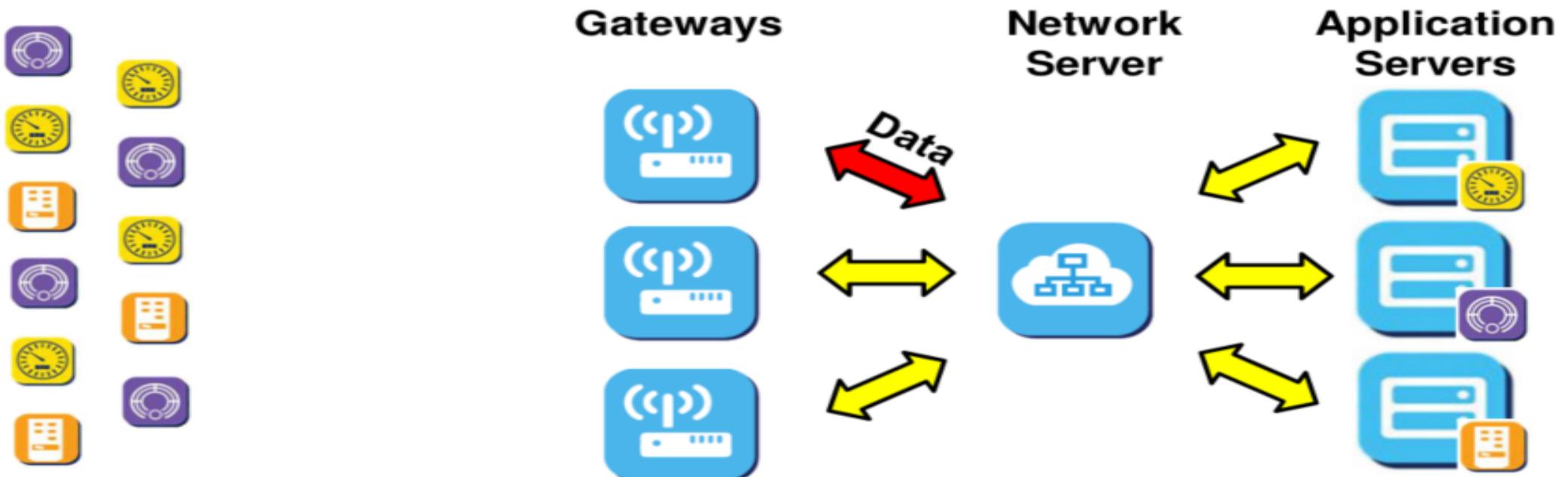
## F. Comunicação nos dispositivos Classe A

### Unconfirmed-Data Message



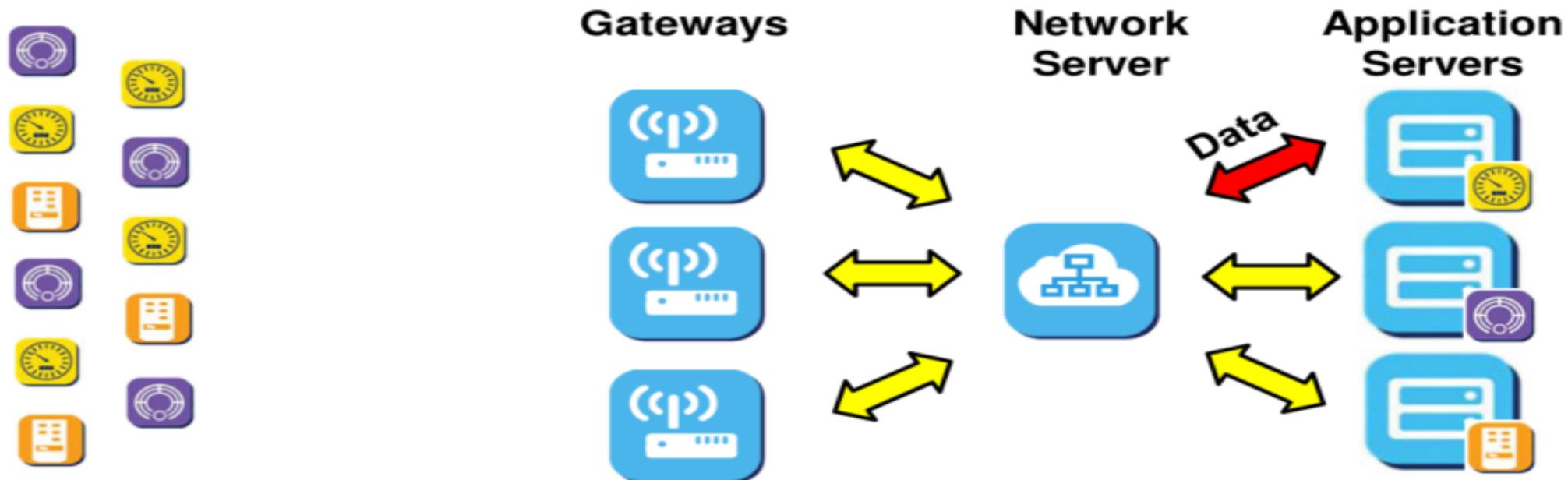
## F. Comunicação nos dispositivos Classe A

### Unconfirmed-Data Message



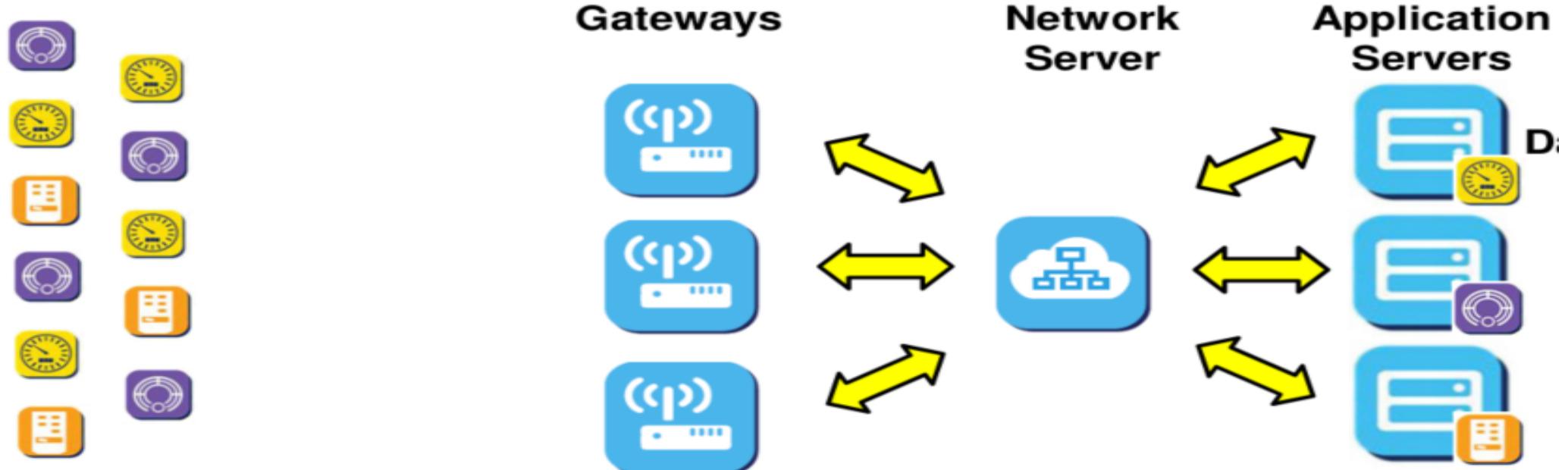
## F. Comunicação nos dispositivos Classe A

### Unconfirmed-Data Message



## F. Comunicação nos dispositivos Classe A

### Unconfirmed-Data Message



4. Electric Meter Application Server decrypts data

## F. Comunicação nos dispositivos Classe A

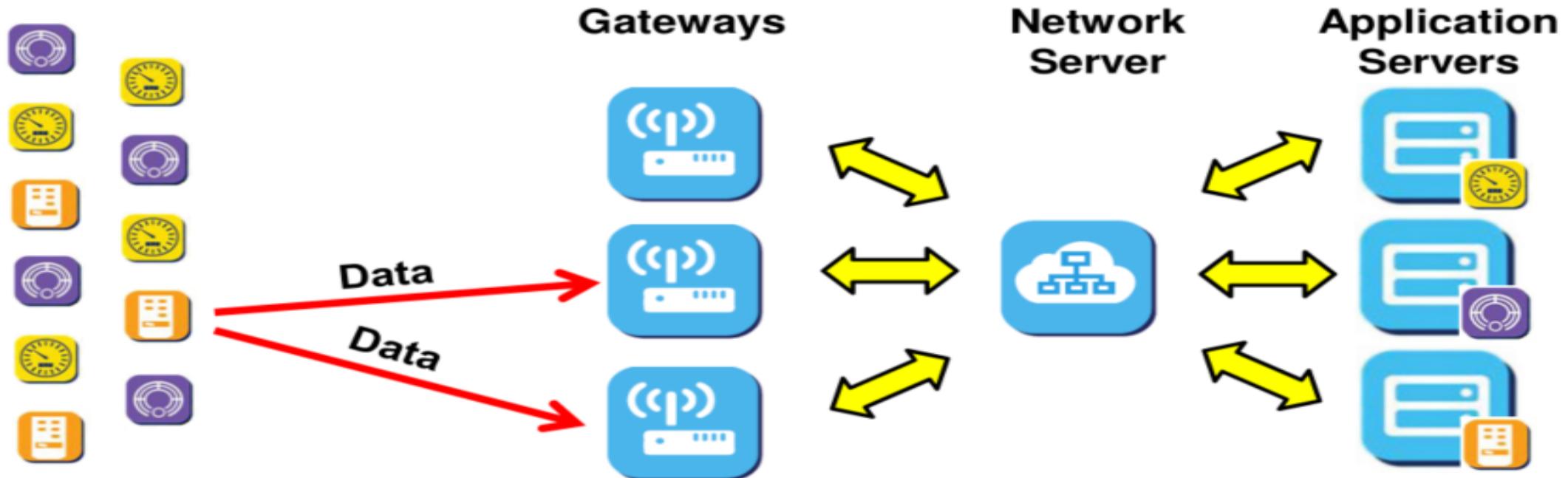
- II) Mensagens ‘Confirmadas’

O ‘end-device’ espera confirmação do recebimento

Exemplo...

## F. Comunicação nos dispositivos Classe A

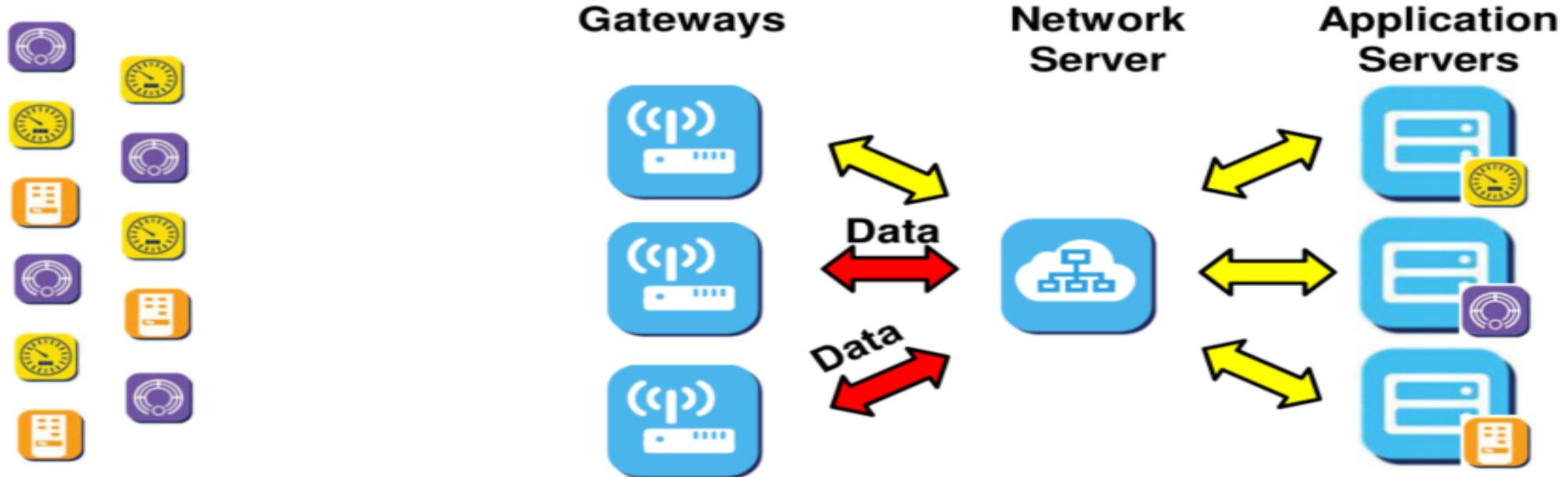
### Confirmed-Data Message



1. Vending Machine transmits data.  
It is received by two Gateways.

## F. Comunicação nos dispositivos Classe A

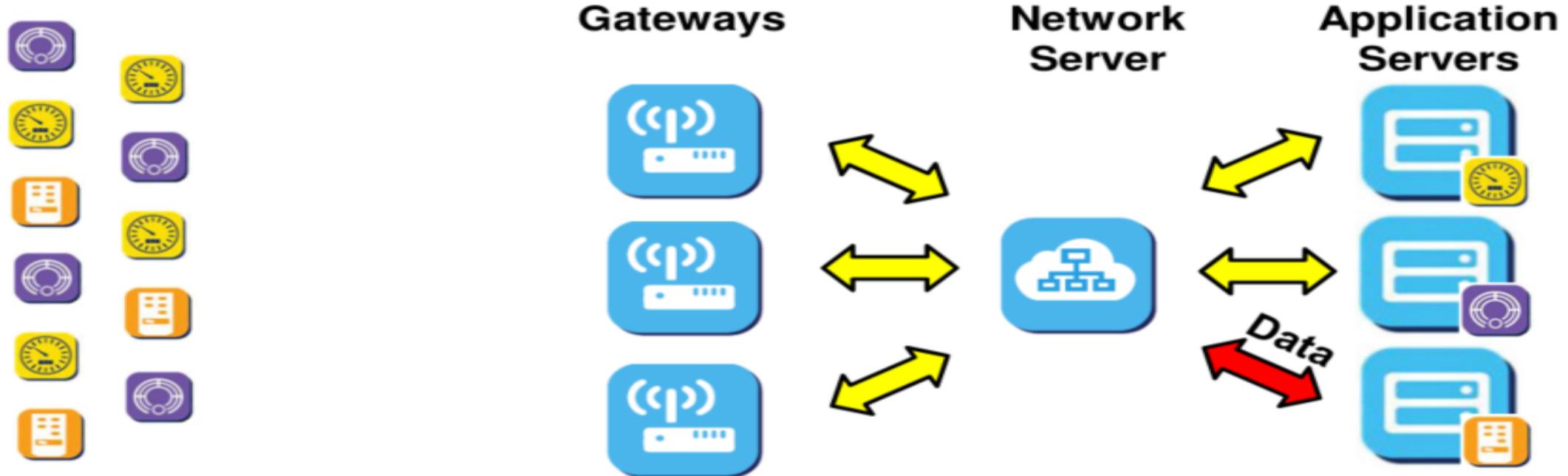
### Confirmed-Data Message



2. Both gateways “pass through”  
the data to the Network Server.

## F. Comunicação nos dispositivos Classe A

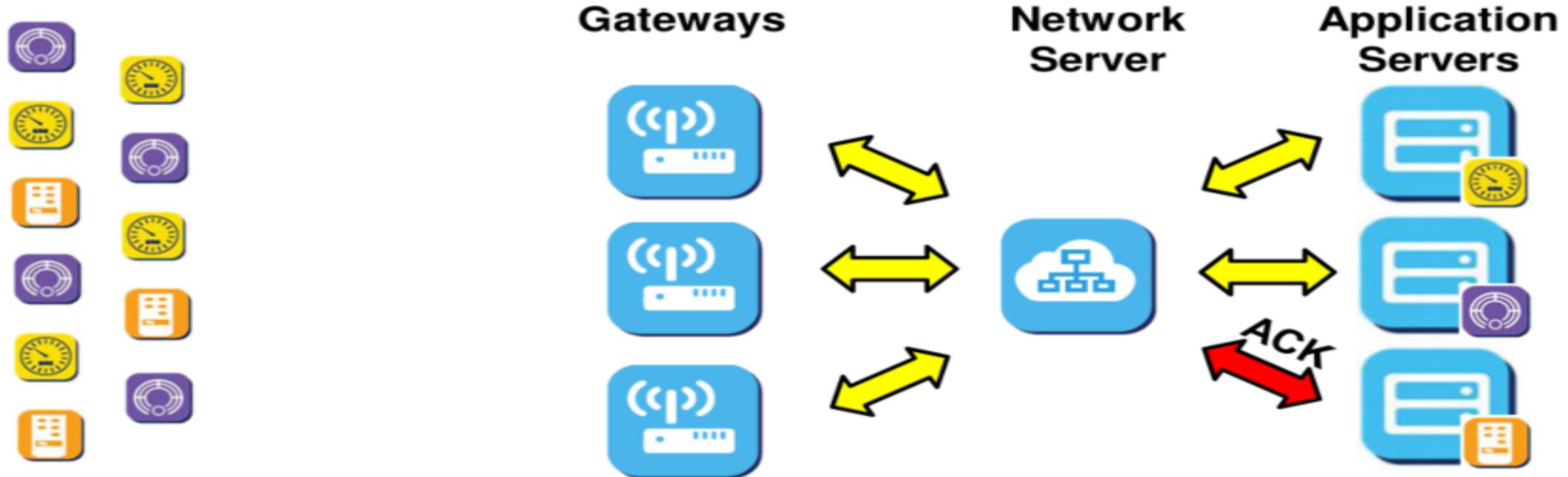
### Confirmed-Data Message



3. The Network Server forwards the data to the Vending Machine Applications Server

## F. Comunicação nos dispositivos Classe A

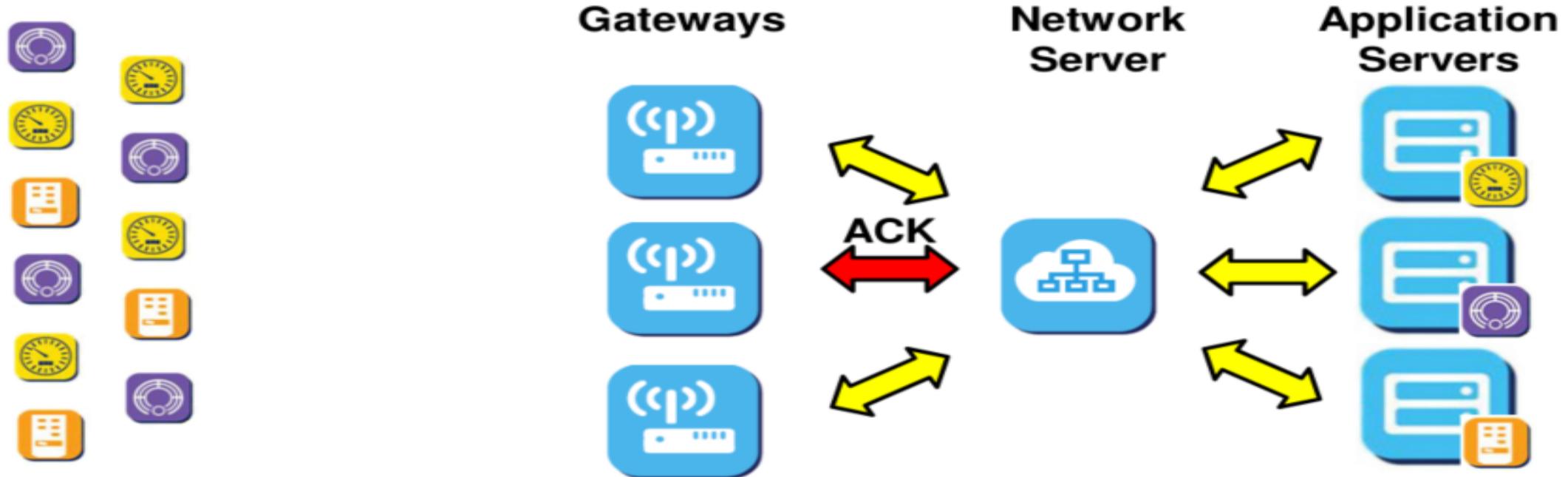
### Confirmed-Data Message



4. The Vending Machine Applications  
Server sends an acknowledgement

## F. Comunicação nos dispositivos Classe A

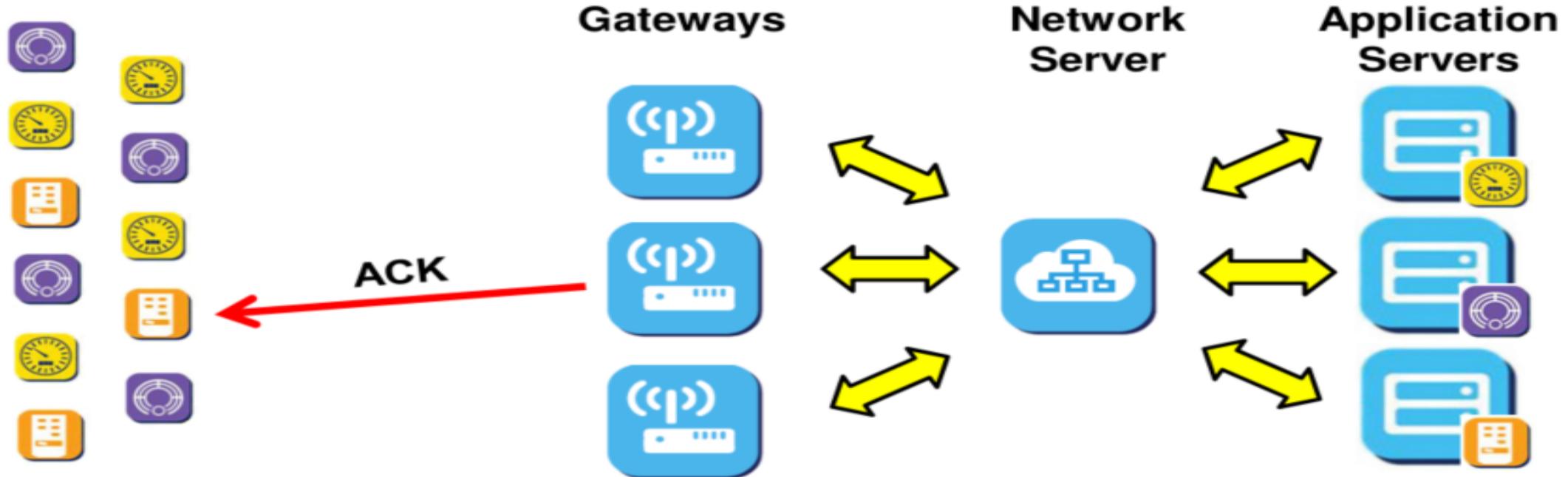
### Confirmed-Data Message



5. The Network Server selects the best path (gateway) to transmit the acknowledgement to the end-device.

## F. Comunicação nos dispositivos Classe A

### Confirmed-Data Message



6. The Gateway transmits the acknowledgement to the end-device

## F. Comunicação nos dispositivos Classe A

- Mensagem do ‘Application Server’ para o ‘end-device’

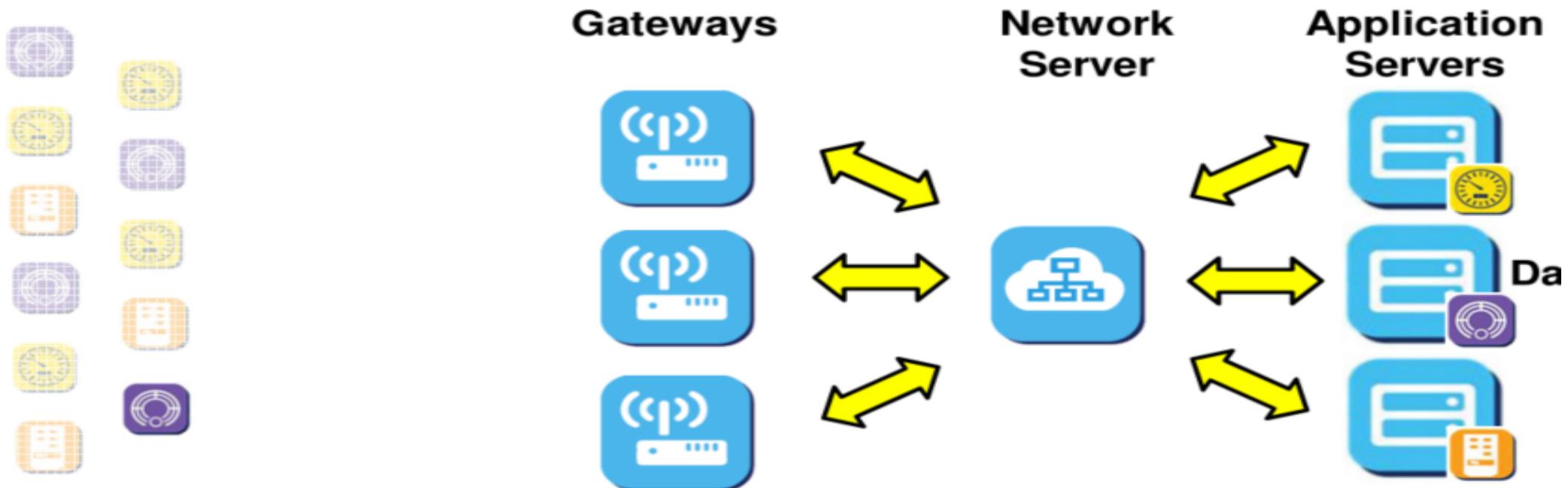
Se o ‘Application Server’ precisa enviar dados para o ‘end-device’ ...

... o mesmo tem que esperar até que o ‘end-device’ faça uma transmissão.

Exemplo...

## F. Comunicação nos dispositivos Classe A

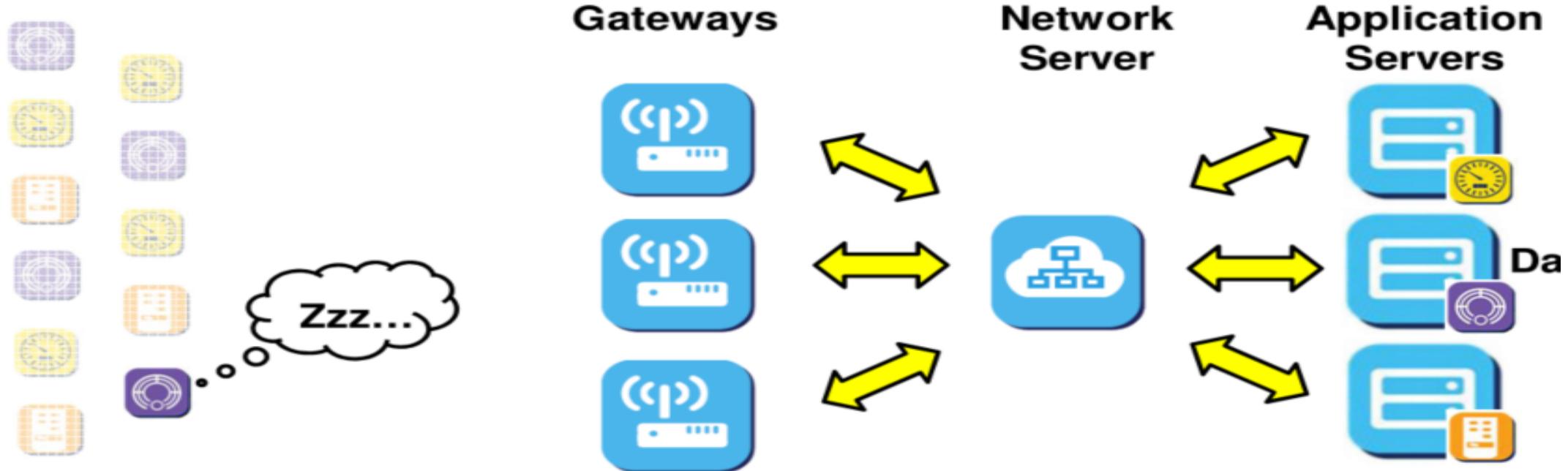
### Application Server Data Message



1. The Smoke Detector Application Server has Data for the highlighted Smoke Detector

## F. Comunicação nos dispositivos Classe A

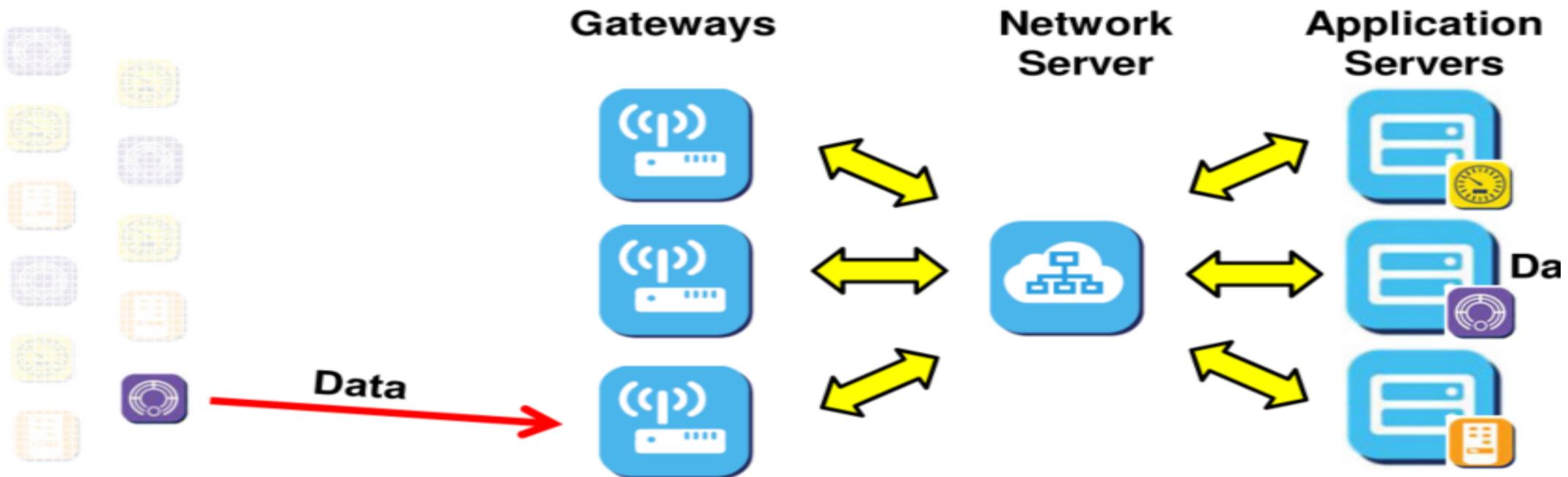
### Application Server Data Message



2. However, it has to wait until the Smoke Detector wakes up and transmits a Data Message

## F. Comunicação nos dispositivos Classe A

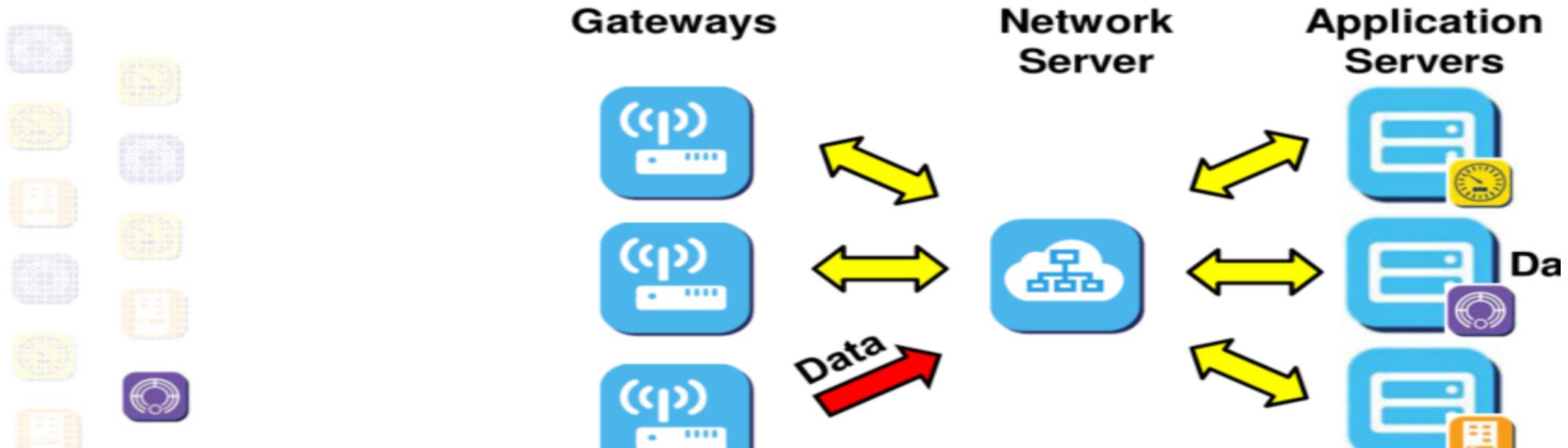
### Application Server Data Message



3. When the Smoke Detect transmits,  
the Data Message moves Upstream

## F. Comunicação nos dispositivos Classe A

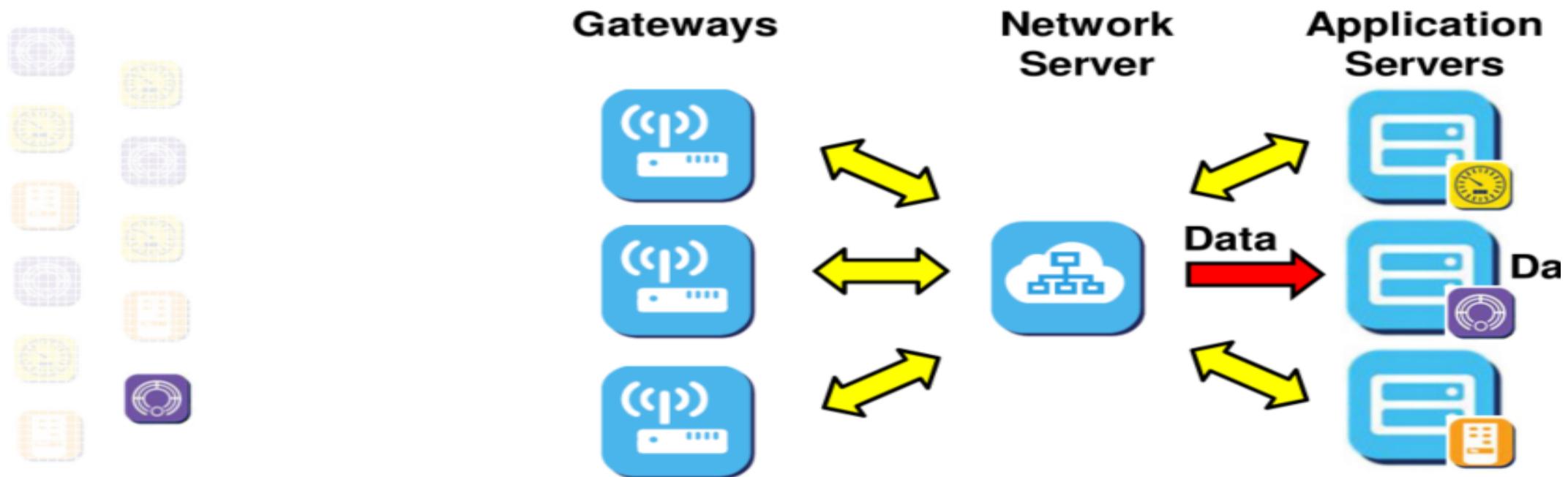
### Application Server Data Message



4. Passed through the Gateway...

## F. Comunicação nos dispositivos Classe A

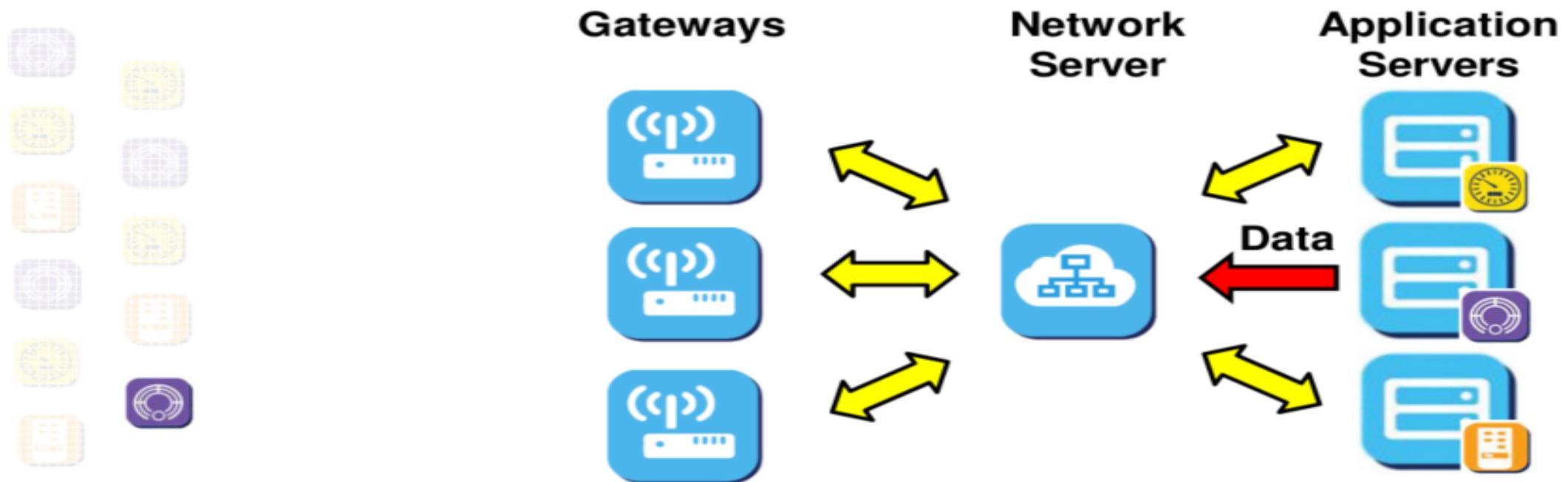
### Application Server Data Message



5. ... and the Network Server sends to the  
Smoke Detector Application Server.

## F. Comunicação nos dispositivos Classe A

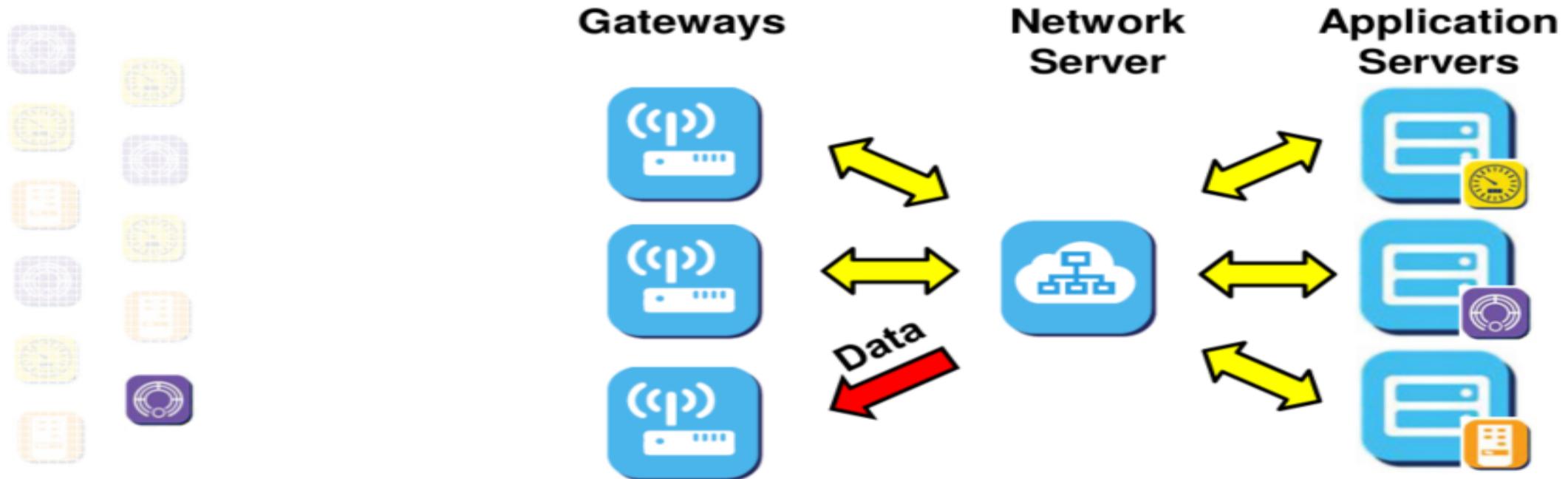
### Application Server Data Message



6. The Smoke Detector Application Server can now send the data message to the Smoke Detector.

## F. Comunicação nos dispositivos Classe A

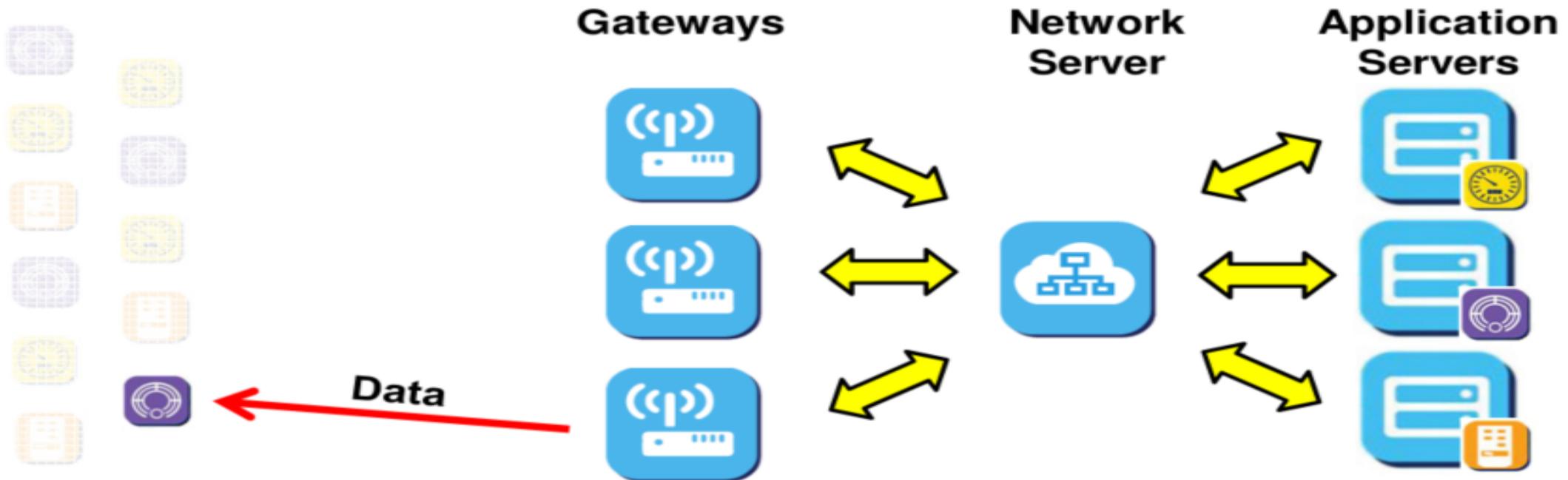
### Application Server Data Message



7. The Network Server sends the Data Message to the appropriate Gateway.

## F. Comunicação nos dispositivos Classe A

### Application Server Data Message



8. The Data Message is transmitted to the Smoke Detector during one of the two Receive Windows.

## G. Taxa de dados Adaptiva (ADR)

- O protocolo LoRaWAN gerencia:

- A taxa de dados
- A potência de saída de RF

para cada ‘end-device’, objetivando:

- Otimizar para a mais rápida possível
- Maximizar a vida da bateria
- Maximizar a capacidade da rede

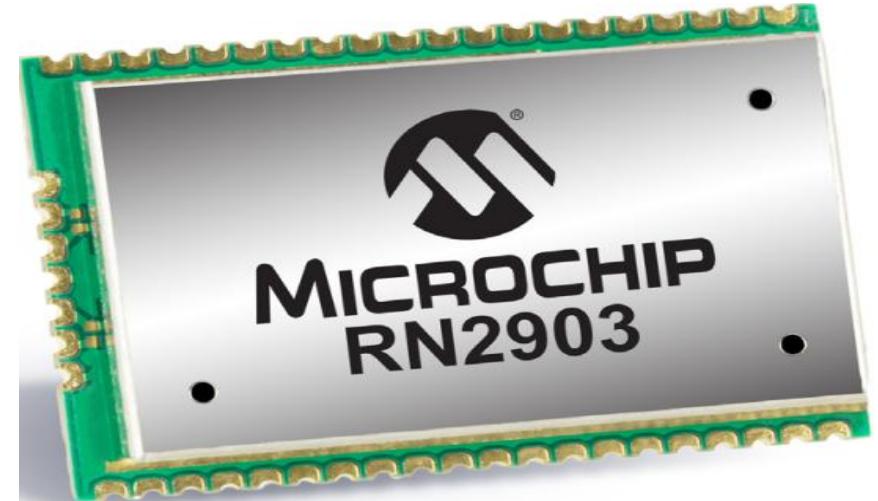
Com base na distância do gateway.

# 3 – Módulos Microchip e Kits para LoRa™

- **Módulo para as Américas**

**Transceiver RN2903 LoRa™**

- 915 MHz – América do Norte
- Certificação FCC e IC
- Potência de Transmissão:
  - até +20 dBm
- Consumo: 2.2 uA (modo Sleep)



- **Módulo para Europa / Ásia**

**Transceiver RN2483 LoRa™**

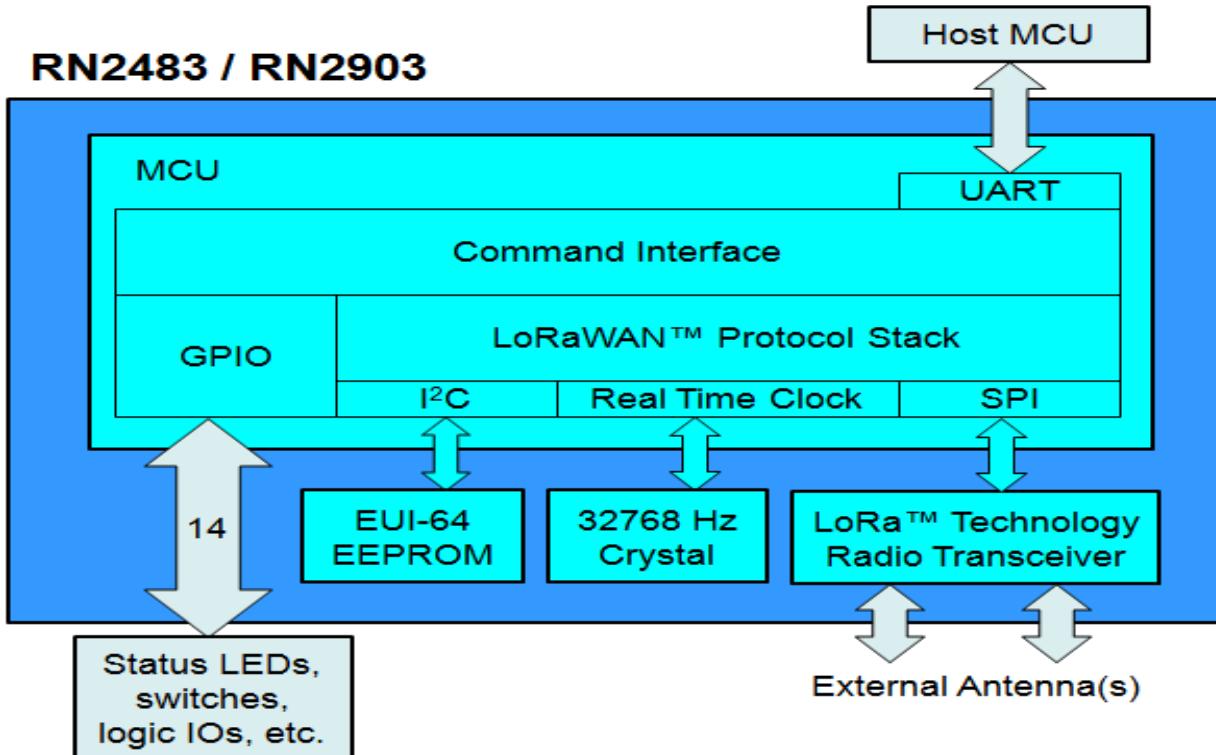
- 868/433 MHz
- Potência de Transmissão:
  - até +14 dBm
- Consumo: 1.6 uA (modo Sleep)

## 3 – Módulos Microchip LoRa™

- **Características gerais**
  - Totalmente integrado
  - Protocolo LoRaWAN™ Class A
  - Interface de comando simples via serial (UART)
  - Upgrade de firmware via UART
  - CPU e cristal integrados
  - Número único de identificação (EUI-64) via EEPROM
  - 14 pinos para GPIO's
  - Tamanho compacto: 17.8 x 26.7 x 3 mm

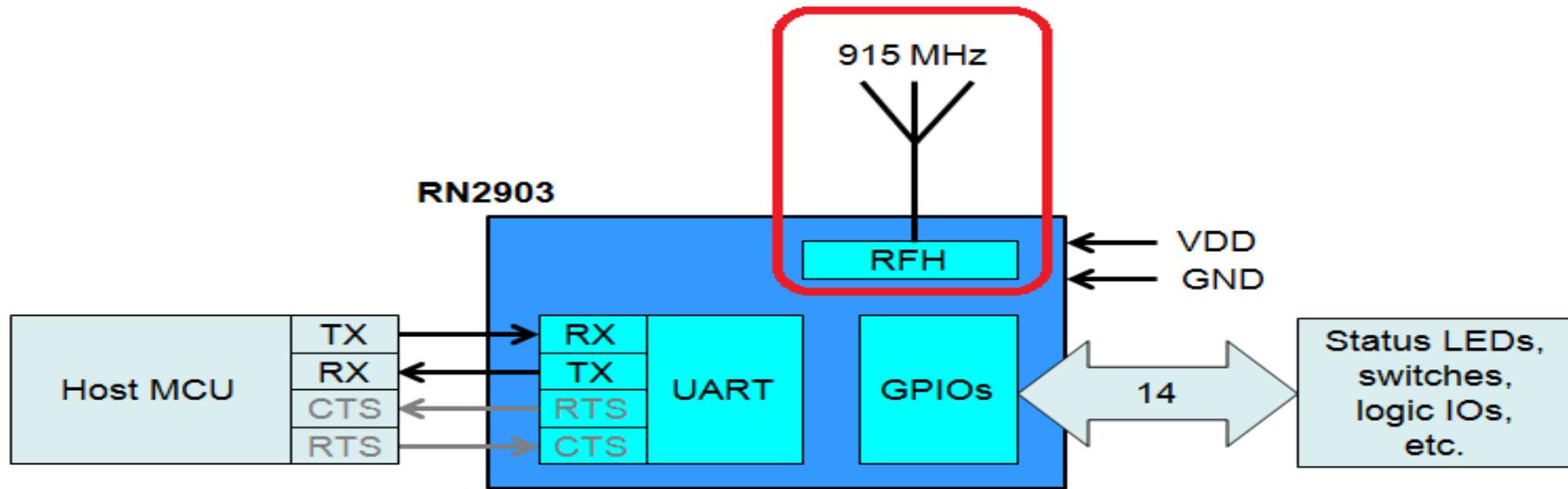
### 3 – Módulos Microchip LoRa™

#### Block Diagram



### 3 – Módulo Microchip RN2903 LoRa™ - Américas

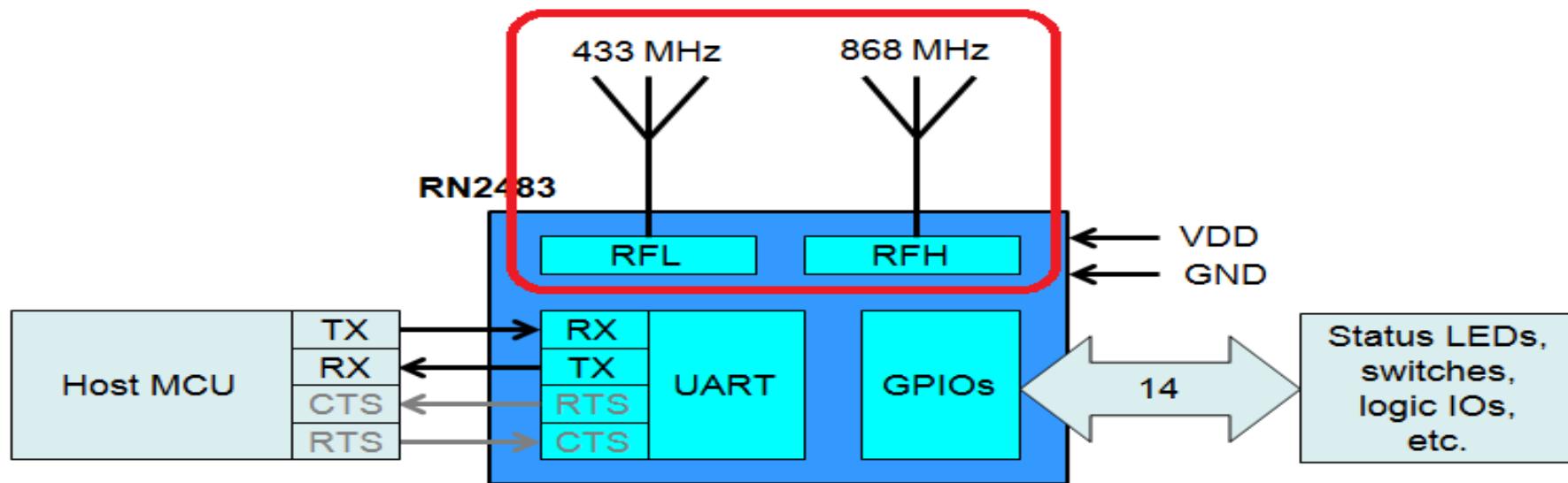
## RN2903 LoRa™ Technology Transceiver Module



Note: Optional RTS and CTS control lines will be supported in future firmware releases.

### 3 – Módulo Microchip RN2483 LoRa™ - Europa

## RN2483 LoRa™ Technology Transceiver Module



Note: Optional RTS and CTS control lines will be supported in future firmware releases.

# 3 – Módulos Microchip RN2483 e RN2903

- **Interface de controle**

- Comunicação UART (TX/RX)
- Taxa default: 57600, 8N1, sem controle de fluxo
- Suporta detecção de velocidade de comunicação

- **Interface de Comando**

- Texto de fácil interpretação
- Formato:
  - Envia comando >> Recebe resposta
- *Envio do Comando:* >> Pela CPU de controle
- *Resposta ao Comando:* >> Enviada pelo módulo LoRa

# 3 – Módulos Microchip RN2483 e RN2903

- **Sintaxe dos comandos**

- Palavras chave com ou sem parâmetros
- Palavras chave separadas por um **espaço**
- Palavras chave diferenciam maiúsculas de minúsculas (Case Sensitive)
- Parâmetros não diferenciam maiúsculas de minúsculas (Case Insensitive)
- Cada comando deve ser finalizado com **CR+LF**

- **Exemplo de comando enviado pela CPU de controle:**

**mac set devaddr 048E436e\r\n**

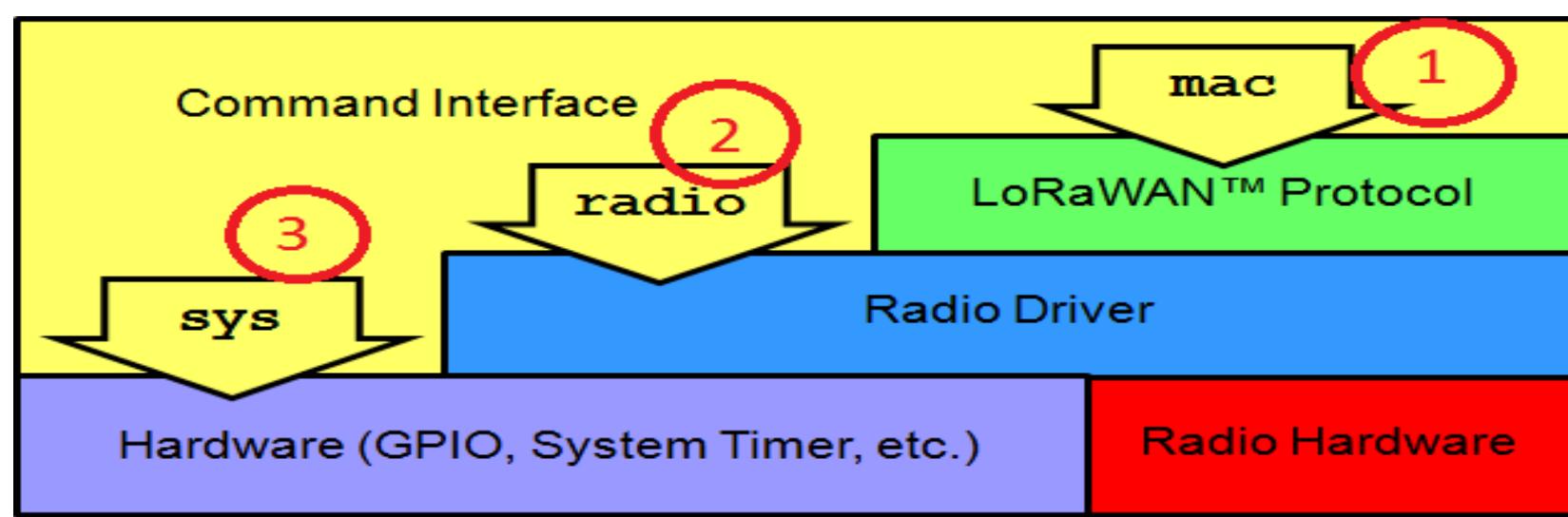
- **Exemplo de resposta:**

**ok\r\n**

# 3 – Módulos Microchip RN2483 e RN2903

## Interface de Comando

**radio**: Para o envio de ajustes específicos para o transceiver (rádio)



**sys**: Acesso aos comandos do sistema, como EEPROM, upgrades de firmware, status, ...

# 3 – Módulos Microchip RN2483 e RN2903

**mac:** Envia comandos do protocolo LoRaWAN™ Classs A para configurações e ajustes

Parameter	Description
reset	Resets the RN2483 module to a specific frequency band.
tx	Sends the data string on a specified port number and sets default values for most of the LoRaWAN parameters.
join	Informs the RN2483 module to join the configured network.
save	Saves LoRaWAN Class A configuration parameters to the user EEPROM.
forceENABLE	Enables the RN2483 module after the LoRaWAN network server commanded the end device to become silent immediately.
pause	Pauses LoRaWAN stack functionality to allow transceiver (radio) configuration.
resume	Restores the LoRaWAN stack functionality.
set	Accesses and modifies specific MAC related parameters.
get	Reads back current MAC related parameters from the module.

# 3 – Módulos Microchip RN2483 e RN2903

Comando:

```
mac set devaddr 048E436E <\r\n>
```

Resposta do Módulo:

```
ok <\r\n>
```

Comando:

```
mac join abp <\r\n>
```

Resposta do Módulo:

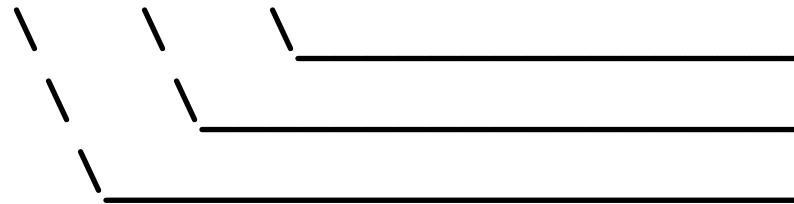
```
ok <\r\n>
```

```
accepted <\r\n>
```

### 3 – Módulos Microchip RN2483 e RN2903

Comando:

**mac tx uncnf 1 020005<\r\n>**



Dados em Hexadecimal  
port (de 1 a 223)  
sem confirmação

Resposta do Módulo:

**ok <\r\n>**

**mac\_tx\_ox <\r\n>**

# 3 – Módulos Microchip RN2483 e RN2903

**radio:** Para o envio de ajustes específicos para o transceiver (rádio)

Parameter	Description
rx	This command configures the radio to receive simple radio packets according to prior configuration settings.
tx	This command configures a simple radio packet transmission according to prior configuration settings.
cw	This command will put the module into a Continuous Wave (cw) Transmission for system tuning or certification use.
set	This command allows modification to the radio setting directly. This command allows for the user to change the method of radio operation within module type band limits.
get	This command grants the ability to read out radio settings as they are currently configured.

**Note 1:** The `mac pause` command must be called before any radio transmission or reception, even if no MAC operations have been initiated before.

# 3 – Módulos Microchip RN2483 e RN2903

Comando:

**radio cw on <\r\n>**

Resposta do Módulo:

**ok <\r\n>**

Comando:

**radio get mod <\r\n>**

Resposta do Módulo:

**lora <\r\n>**

# 3 – Módulos Microchip RN2483 e RN2903

**sys:** Acesso aos comandos do sistema, como EEPROM, upgrades de firmware, status, ...

Parameter	Description
sleep	Puts the system in Sleep for a finite number of milliseconds.
reset	Resets and restarts the RN2483 module.
eraseFW	Deletes the current RN2483 module application firmware and prepares it for firmware upgrade. The RN2483 module bootloader is ready to receive new firmware.
factoryRESET	Resets the RN2483 module's configuration data and user EEPROM to factory default values and restarts the RN2483 module.
set <sup>(1)</sup>	Sets specified system parameter values.
get <sup>(1)</sup>	Gets specified system parameter values.

# 3 – Módulos Microchip RN2483 e RN2903

Comando:

**sys sleep 5000 <\r\n>**

Resposta do Módulo:

**ok <\r\n>**

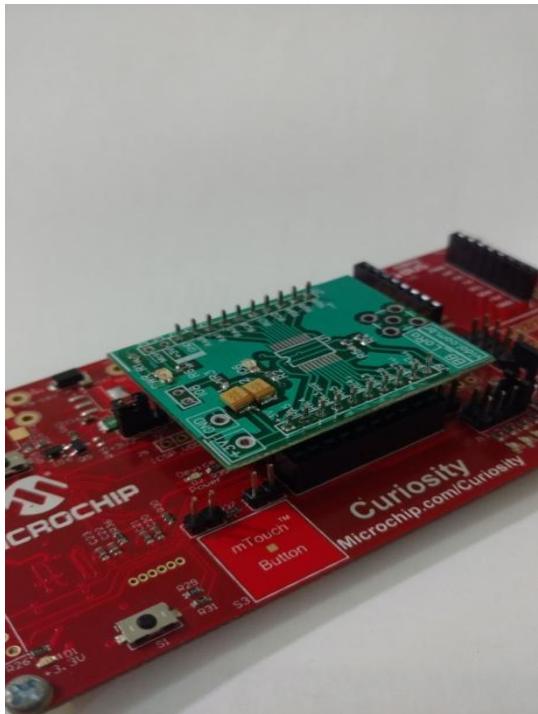
Comando:

**sys reset <\r\n>**

Resposta do Módulo:

**RN2903 0.9.8 Sep 25 2015 11:15:02 <\r\n>**

# 3 – Ferramentas & Kits LoRa™



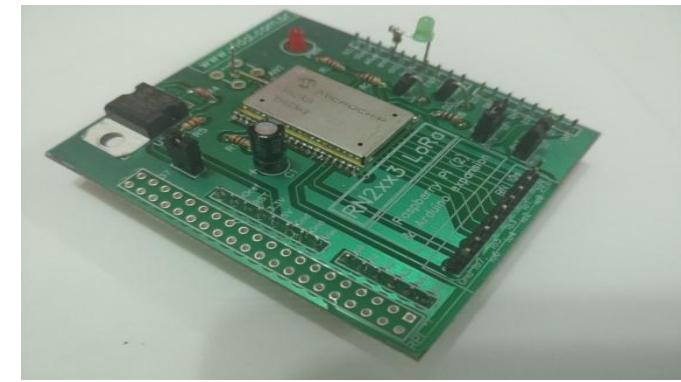
**BB\_LoRa – Curiosity**  
vidal.com.br



# Microchip LoRa Mote



# Gateway para estudos



# Expansão para Arduino & Raspberry Pi

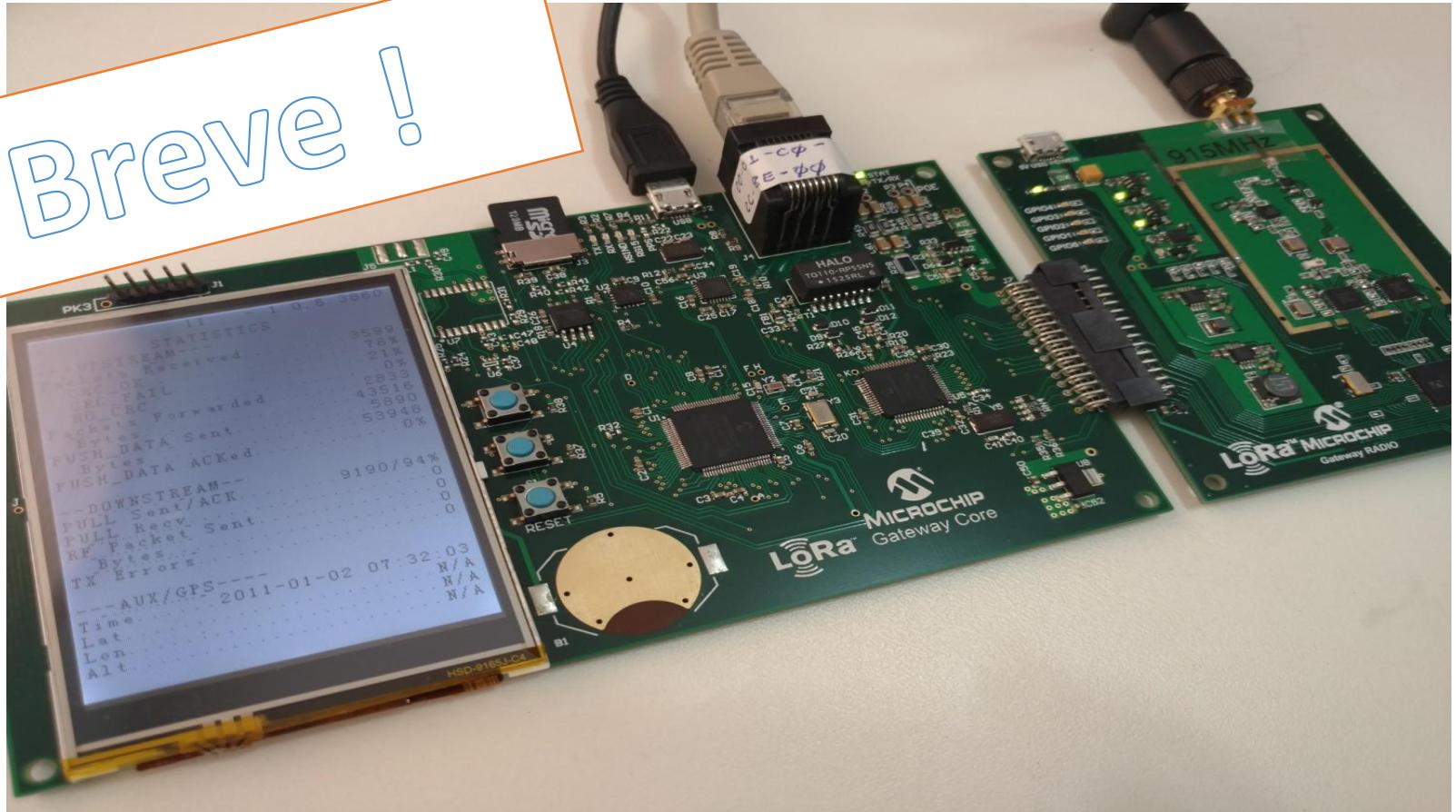
# 3 – Ferramentas & Kits LoRa™



Gateways comerciais

# 3 – Gateway LoRa™ Microchip

- Simples de configurar
- Configurações e dados estatísticos na tela LCD
- Disponível em breve



# 3 – Kits LoRa™

- **Mote LoRa Microchip**

- Controle e setup via USB-serial (docklight, teraterm, ..)
- Software aplicativo para envio e recepção de dados
- Alimentação 2xAAA

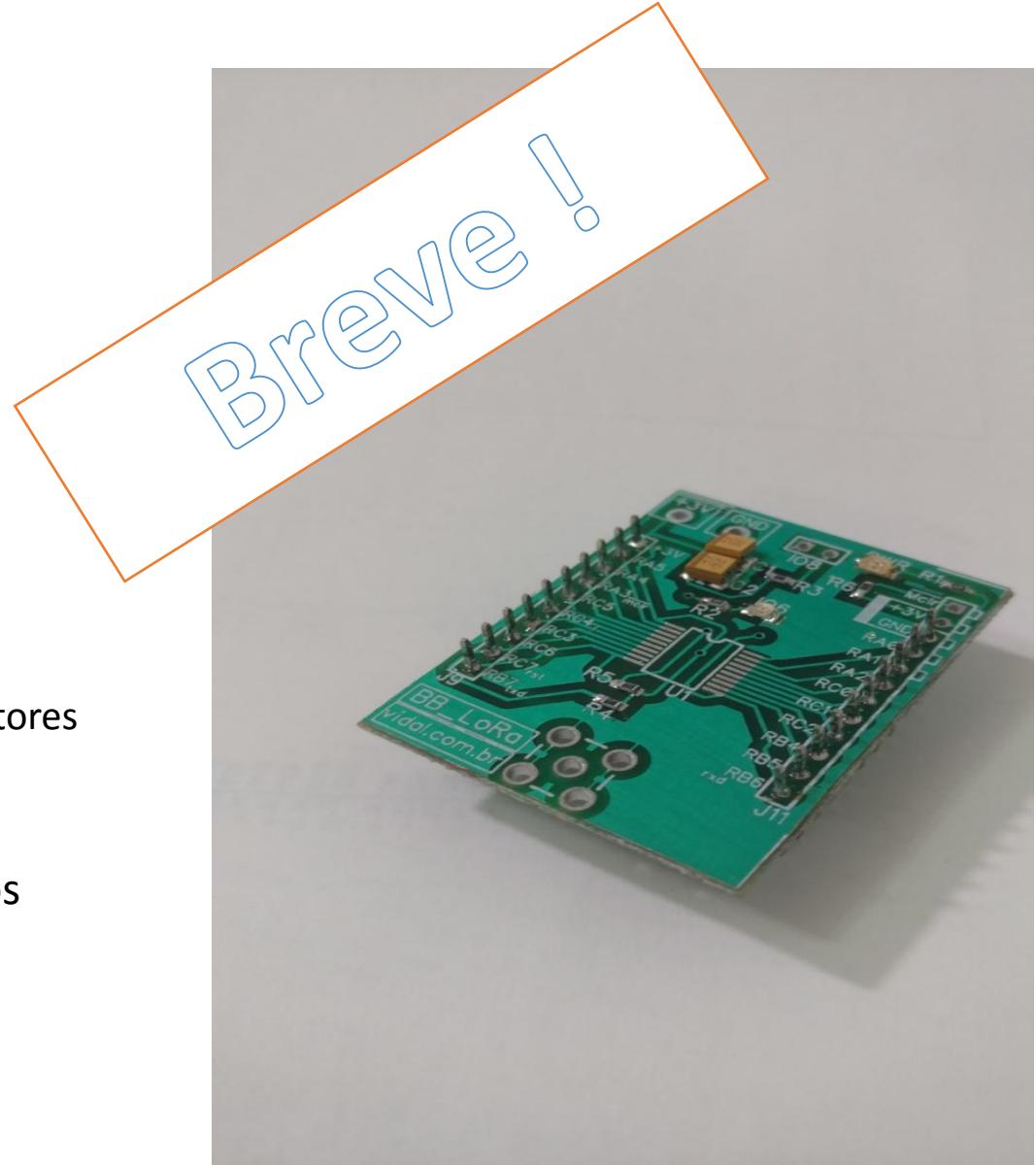


# 3 – Kits LoRa™

- **BB\_LoRa**

[vidal.com.br](http://vidal.com.br)

- Placa com PIC16F1619 e módulo RN2903
- Barramento padrão da placa Curiosity
  - Basta retirar o pic original e encaixar a placa nos conectores
- Permite o uso da placa Curiosity como base para o desenvolvimento e gravação do firmware definitivo
- Ferramentas de software gratuitas e exemplos práticos

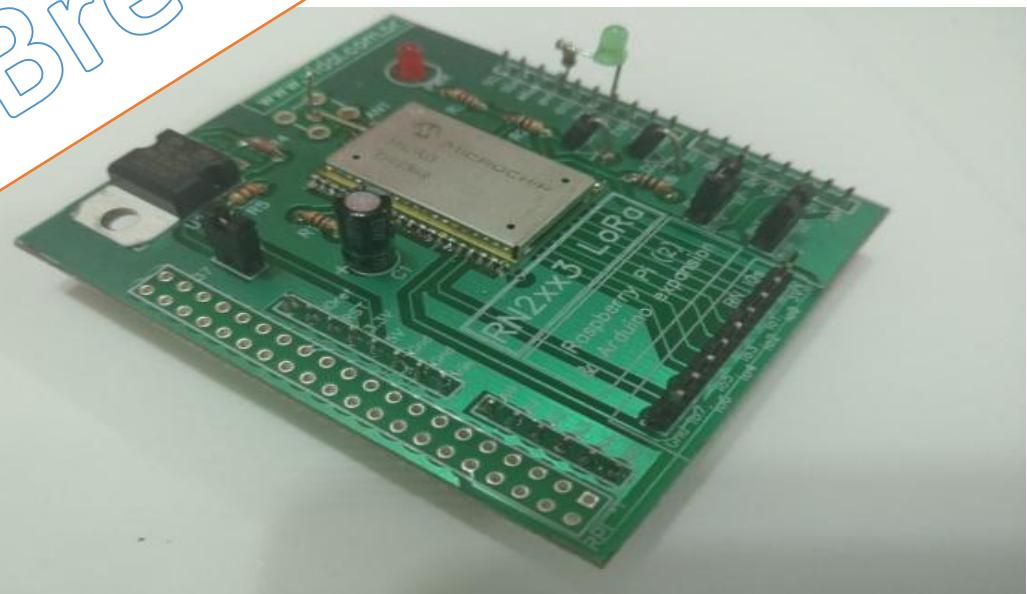


# 3 – Kits LoRa™

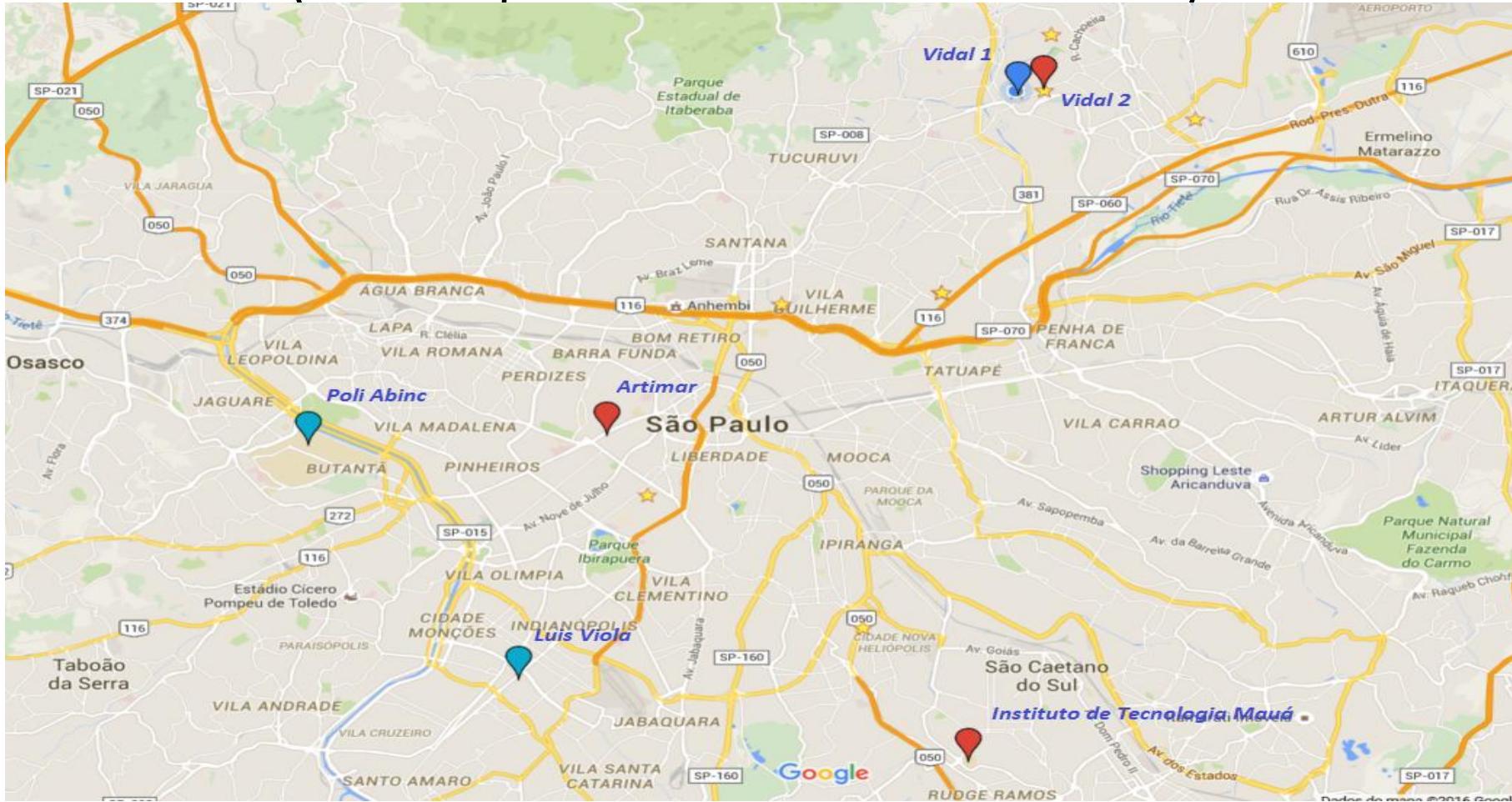
- **Expansão para Arduino & Raspberry Pi**

[vidal.com.br](http://vidal.com.br)

- Placa com módulo RN2903
- Barramento padrão Arduino Uno & Raspberry Pi (40 pinos)
- Ferramentas de software gratuitas e exemplos práticos

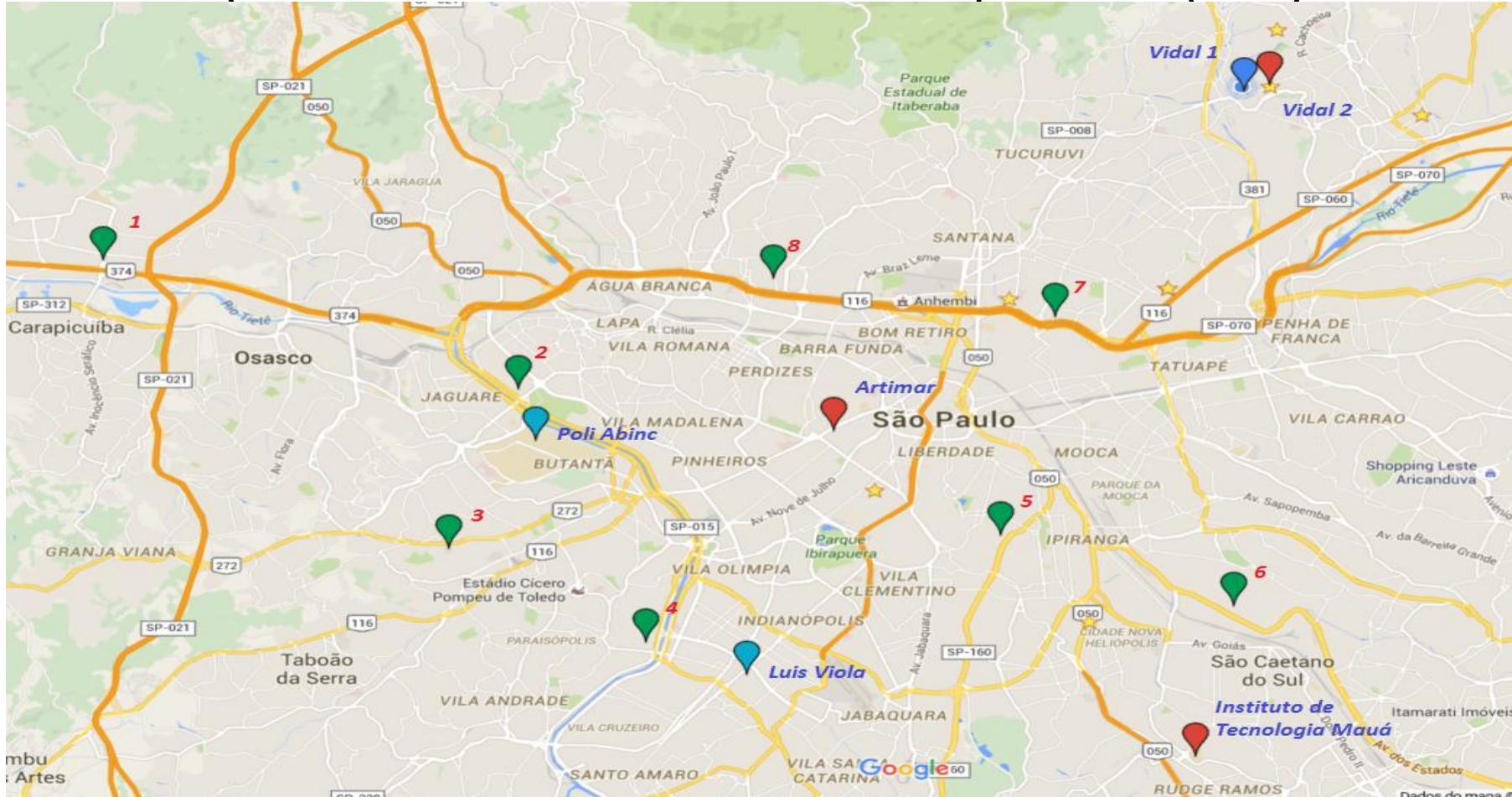


# Mapa de cobertura LoRa (GW's já em funcionamento)



# Mapa de cobertura LoRa

## (GW's em estudo de implantação)



# Recursos adicionais

- Links e documentos:

[www.vidal.com.br/lora.html](http://www.vidal.com.br/lora.html)

# Muito obrigado!!

*Vidal*