



# Radioenge

## Mote LoRa Radioenge

### Manual de Utilização

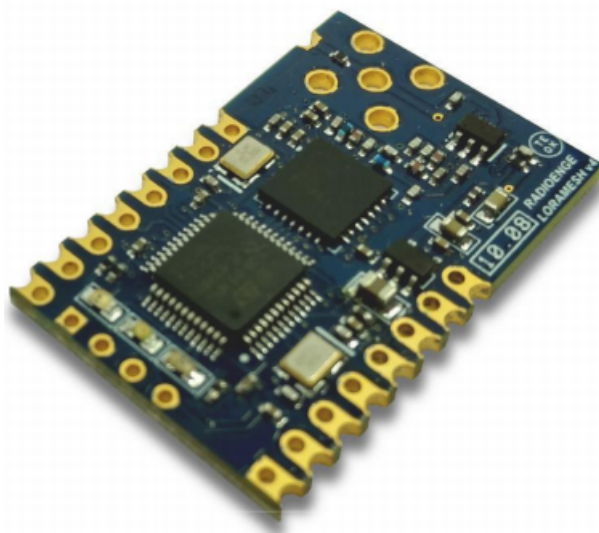
Revisão - Abril de 2021

# Módulo LoRaWAN EndDevice

---

O módulo LoRaWAN EndDevice Radioenge é um transceiver com tecnologia LoRa de baixo consumo e longo alcance. Este módulo integra o protocolo LoRaWAN 1.0.3 e opera nas classes A ou C. A interface serial com comandos AT possibilita a aplicação rápida e fácil, reduzindo o tempo para a implantação de soluções IoT.

O módulo conta com pinos configuráveis de uso geral para aplicações simples, sem a necessidade de um microcontrolador adicional.



## Recursos

- ▶ LoRaWAN 1.0.3 Classe A ou C
- ▶ Interface UART de comandos
- ▶ Configuração via interface UART
- ▶ Fixação acastelada ou por barra de pinos
- ▶ Atualização de firmware via UART
- ▶ 10 GPIOs configuráveis
- ▶ 4 entradas analógicas configuráveis
- ▶ 3 LEDs para sinalização de operação
- ▶ Leitura de nível de bateria

## Características

- ▶ Alimentação de 4 a 12 Vcc (+3,3 Vcc sem regulador)
- ▶ Dimensões: 33 x 22 x 3 mm
- ▶ Temperatura de operação: - 40 °C a +85 °C
- ▶ Baixo consumo
- ▶  $\mu$ Processador integrado: ARM Cortex-M0+ 32-bits
- ▶ Data Rate: máx. 21900 bps
- ▶ Comunicação segura criptografada (AES128)
- ▶ Topologia Estrela

## Características de RF

- ▶ Operação na Banda ISM de 915 MHz
- ▶ Sensibilidade de recepção: - 137 dBm
- ▶ Modulação LoRa
- ▶ Região de operação: Australiana 915 MHz
- ▶ Homologação ANATEL: 02021- 18-07215

## Aplicações

- ▶ Internet das Coisas (IoT)
- ▶ Automação residencial
- ▶ Automação comercial
- ▶ Automação industrial
- ▶ Monitoramento de sensores (rede de sensores sem fio)
- ▶ Controles de atuadores
- ▶ Sistemas de segurança e monitoramento
- ▶ Telemetria (água, energia elétrica, gás, etc.)
- ▶ Sistemas de localização
- ▶ Infraestrutura de serviços
- ▶ Redes M2M (comunicação máquina a máquina)

## Sumário

<b>1</b>	<b>Pinagem</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Especificações</b>	<b>5</b>
2.1	Especificações de operação . . . . .	5
2.2	Valores máximos absolutos . . . . .	5
2.3	Parâmetros de operação . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Exemplos de Aplicação</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Descrição das Interfaces</b>	<b>7</b>
4.1	Interface UART . . . . .	7
4.1.1	Exibição de pacotes recebidos . . . . .	7
4.1.2	Interface Transparente . . . . .	7
4.2	GPIOs . . . . .	7
4.3	Entradas analógicas . . . . .	7
4.4	Saída de antena . . . . .	7
4.5	Bypass do regulador . . . . .	8
4.6	LEDs de sinalização . . . . .	8
<b>5</b>	<b>Descrição dos Comandos AT</b>	<b>9</b>
5.1	Formato dos comandos . . . . .	9
5.2	Lista de comandos . . . . .	9
5.2.1	Comando +ADR . . . . .	9
5.2.2	Comando +DR . . . . .	10
5.2.3	Comando +NJM . . . . .	10
5.2.4	Comando +CLASS . . . . .	10
5.2.5	Comando +NJS . . . . .	12
5.2.6	Comando +SENDB . . . . .	12
5.2.7	Comando +SEND . . . . .	12
5.2.8	Comando +CFM . . . . .	12
5.2.9	Comando +BAT . . . . .	12
5.2.10	Comando +BAUDRATE . . . . .	13
5.2.11	Comando +NBTRIALS . . . . .	13
5.2.12	Comando +KEEPALIVE . . . . .	13
5.2.13	Comando +TXCFM . . . . .	14
5.2.14	Comando +TXBCFM . . . . .	14
5.2.15	Comando +CHMASK . . . . .	14
5.2.16	Comando +GPIOC . . . . .	15
5.2.17	Comando +WPIN . . . . .	15
5.2.18	Comando +RPIN . . . . .	16
<b>6</b>	<b>Comunicando com uma Rede</b>	<b>18</b>
6.1	Network Server LoRaWAN . . . . .	18
6.2	Conectando o rádio no servidor TTN . . . . .	18
6.2.1	Fazendo o login . . . . .	18
6.2.2	Adicionando uma aplicação . . . . .	18
6.2.3	Adicionando um dispositivo na aplicação . . . . .	19
6.2.4	Enviando mensagens para o servidor . . . . .	21
6.2.5	Recebendo mensagens do servidor . . . . .	22
6.3	Conectando o rádio no servidor Everynet . . . . .	23
6.3.1	Fazendo o login . . . . .	23
6.3.2	Cadastrando um dispositivo . . . . .	23
6.3.3	Enviando mensagens para o servidor . . . . .	24
6.3.4	Recebendo mensagens do servidor . . . . .	26

<b>7</b>	<b>Características Físicas</b>	<b>28</b>
7.1	Dimensões . . . . .	28
7.2	Footprint recomendado . . . . .	28

## 1 Pinagem

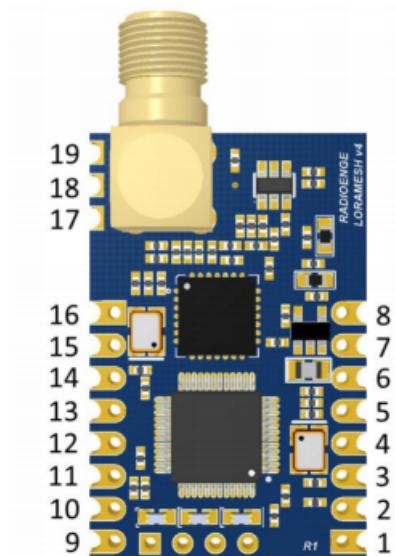


Figura 1: Numeração dos pinos

Tabela 1: Pinagem

Pino	Tipo	Descrição
1	Alimentação	Conectado ao ground
2	Entrada	RX da interface UART de comando
3	Saída	TX da interface UART de comando
4	Alimentação	Conectado à alimentação
5	Alimentação	Conectado à alimentação
6	Saída/Entrada	Pino de uso geral ou entrada analógica
7	Saída/Entrada	Pino de uso geral ou entrada analógica
8	Alimentação	Conectado ao ground
9	Saída/Entrada	Pino de uso geral
10	Saída/Entrada	Pino de uso geral
11	Saída/Entrada	Pino de uso geral
12	Saída/Entrada	Pino de uso geral
13	Saída/Entrada	Pino de uso geral
14	Saída/Entrada	Pino de uso geral ou entrada analógica
15	Saída/Entrada	Pino de uso geral ou entrada analógica
16	Saída/Entrada	Pino de uso geral
17	Alimentação	Conectado ao ground
18	Saída	RF Saída de RF para antena externa
19	Alimentação	Conectado ao ground

## 2 Especificações

### 2.1 Especificações de operação

Tabela 2: Especificações de operação

Especificação	Descrição
Faixa de frequência	915 – 928 MHz (Região Australiana)
Modulação	LoRa®
Protocolo de rede	LoRaWAN 1.0.3 Classe A ou C
Sensibilidade	-137 dBm
Potência de transmissão	Máx. +20 dBm / 100 mW
Estabilidade de frequência	± 5,0 ppm
Conexão RF	Pad acastelado (pino 18) ou conector SMA-M
Interface de comunicação	UART

### 2.2 Valores máximos absolutos

Tabela 3: Valores máximos absolutos

Parâmetro	Mín.	Normal	Máx.	Un.
Tensão de Alimentação (com regulador)	4	-	12	V
Tensão de Alimentação (sem regulador)	3,3	3,3	3,6	V
Consumo de corrente durante transmissão (Vcc = 3,3V)	-	111	-	mA
Consumo de corrente durante recepção (Vcc = 3,3V)	-	20	-	mA
Consumo de corrente em modo suspenso (Vcc = 3,3V)	-	1,8	-	µA
Tensão de saída em nível baixo (GPIO, Io = 8 mA)	-	-	0,4	V
Tensão de saída em nível alto (GPIO, Io = 8 mA)	2,9	-	-	V
Limiar de tensão de entrada em nível baixo (GPIO)	-	-	1,0	V
Limiar de tensão de entrada em nível alto (GPIO)	2,3	-	-	V
Limiar de tensão de entrada em nível baixo (USART)	-	-	1,0	V
Limiar de tensão de entrada em nível alto (USART)	2,3	-	-	V
Corrente drenada/fornecida por uma entrada	-	-	50	nA

### 2.3 Parâmetros de operação

Tabela 4: Parâmetros de operação

Parâmetro	Min.	Normal	Max.	Un.
Tensão entre VCC e GND (com regulador)	4	-	16,0	V
Tensão entre VCC e GND (sem regulador)	3,3	-	3,6	V
Tensão nos pinos GPIO, Analógicos e UART	-0,3	-	4,0	V
Corrente máxima drenada por uma GPIO	-	-	16,0	mA
Corrente máxima fornecida por uma GPIO	-	-	16,0	mA
Corrente máxima drenada por todas as GPIOs	-	-	90	mA
Corrente máxima fornecida por todas as GPIOs	-	-	90	mA
Temperatura de armazenamento	-55	-	+115	°C
Temperatura de operação	-5	-	+55	°C
Potência máxima na entrada RF	-	-	+10	dBm
Faixa de leitura das entradas analógicas	0,0	-	3,3	V
Impedância da entrada analógica	-	-	50	kΩ
Resolução do ADC	-	12		bits
Baudrate das interfaces UART	9600	-	115200	bps
Taxa de dados - LoRa	980	-	21900	bps

### 3 Exemplos de Aplicação

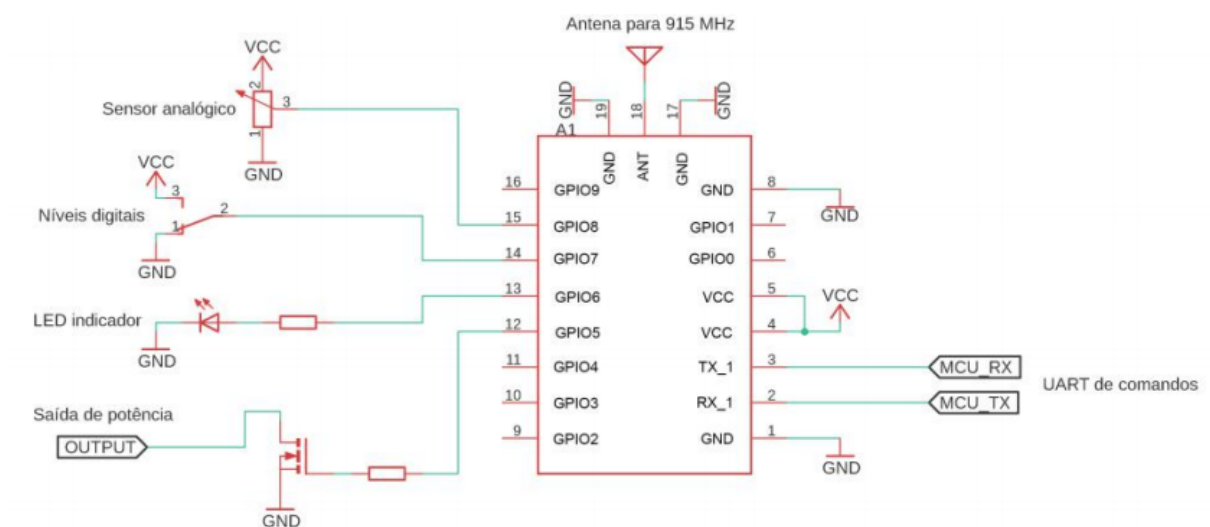


Figura 2: Esquemático de exemplo de aplicação

## 4 Descrição das Interfaces

### 4.1 Interface UART

O EndDevice Radioenge possui uma interface serial para configuração dos parâmetros de operação e envio de pacotes. O baudrate é configurável entre 9600, 19200, 43000 e 115200 bps, sendo o padrão de fábrica 9600 bps. A Tabela 5 apresenta as configurações da interface serial. Esta interface fornece uma série de comandos AT para a configuração e utilização do dispositivo. Estes comandos são listados e descritos na Seção 5.

Tabela 5: Parâmetros da interface serial

Parâmetro	Valor
Baudrate	9600, 19200, 43000 ou 115200 bps
Pacote	8 bit
Paridade	Não
Stop bit	1 bit
Controle de fluxo	Não

#### 4.1.1 Exibição de pacotes recebidos

O recebimento de qualquer pacote do servidor é exibido na interface de comandos juntamente com o payload da mensagem. Também são informados o RSSI e a SNR do pacote, separados por ":". Por exemplo, caso o servidor envie uma mensagem com payload 01 02 03 05 06 e esta chegue com potência de -105 dBm e SNR de 5 dB, o rádio informará na serial: RX:0102030506:-105:5.

#### 4.1.2 Interface Transparente

Existe a possibilidade de utilizar os pinos GPIO0 e GPIO1 como a interface serial transparente, configurando-os como Função Alternativa através do comando +GPIOC. Quando configurados desta forma, o módulo utiliza a mensagem recebida nesta interface como payload de um pacote da porta 4 do protocolo LoRaWAN. Além disso, qualquer mensagem recebida do servidor na porta 4 será enviada para esta interface. Não são informados o RSSI e SNR do pacote na serial transparente.

### 4.2 GPIOs

Este dispositivo oferece 10 pinos de entrada/saída digitais de uso geral, dos quais, quatro (GPIO0, GPIO1, GPIO7 e GPIO8) podem ser configurados como entradas analógicas. A função destes pinos (entrada/saída) e o estado (alto/baixo) são configuráveis tanto pela interface serial de comandos como via rádio, por meio dos mesmos comandos.

### 4.3 Entradas analógicas

O EndDevice Radioenge oferece até 4 entradas analógicas com resolução de 12 bits e multiplexadas com quatro GPIOs (GPIO0, GPIO1, GPIO7 e GPIO8). A configuração e leitura das entradas pode ser feita tanto via rádio quanto via serial de comandos.

### 4.4 Saída de antena

O dispositivo conta com duas possibilidades de conexão de antena:

- ▶ Conector SMA-M, para a conexão direta de uma antena ao módulo;
- ▶ Pad acastelado (Pino 18), para a conexão com uma PCI base. Neste caso deve-se manter a impedância controlada de 50  $\Omega$  na placa base.

Deve-se usar apenas um modo de conexão. Caso use o conector SMA, deve-se deixar o pino 18 desconectado. Em caso de usar o pino 18, deve-se remover o conector SMA.



### 4.5 Bypass do regulador

Caso não seja necessário o uso do regulador, quando a alimentação é de 3,3 Vcc, pode-se retirar o regulador e adicionar um resistor de 0  $\Omega$  (0402) na posição indicada na Figura 3. Isso garante o consumo mínimo do dispositivo para aplicações de ultra baixo consumo.

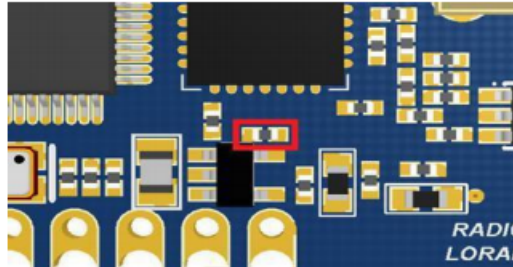


Figura 3: Posição do resistor do bypass

### 4.6 LEDs de sinalização

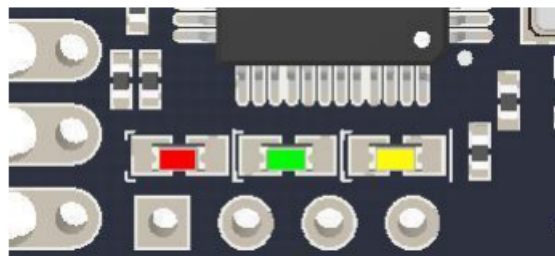


Figura 4: LEDs de sinalização

O módulo possui três LEDs para a sinalização de operação. Cada LED indica uma operação distinta:

- ▶ Vermelho: Pisca toda vez que ocorre uma transmissão via RF. Caso pisque na inicialização, indica operação classe A.
- ▶ Verde: Pisca duas vezes quando recebe um comando via RF. Caso pisque na inicialização, indica operação classe C.
- ▶ Amarelo: Pisca sempre que receber algo via serial de comandos.

## 5 Descrição dos Comandos AT

### 5.1 Formato dos comandos

AT+comando<modificador>

=? para get (devolve alguma informação)

= para set (recebe alguma informação)

Ex.:

AT+JOIN - comando para executar Join;

AT+DADDR=? - comando para get do DevAddr;

AT+CHMASK=00ff:0000:0000:0000:0001:0000 - comando para set da máscara de canais ativos;

AT+SEND=5:teste - comando para enviar texto na porta configurada, porta 5 no exemplo;

AT+KEEPALIVE = 1:35:1:60000 (keep alive habilitado, utilizando a porta 35, com mensagens confirmadas a cada 1 min);

As respostas possíveis aos comandos e suas respectivas interpretações são:

- ▶ AT\_OK: comando recebido com sucesso;
- ▶ AT\_ERROR: erro ao processar o comando;
- ▶ AT\_PARAM\_ERROR: erro nos parâmetros do comando;
- ▶ AT\_BUSY\_ERROR: processo de envio e recebimento ainda está em andamento;
- ▶ AT\_TX\_OK: transmissão ocorreu com sucesso;
- ▶ AT\_TX\_LENGTH\_ERROR: tamanho do pacote é superior ao máximo para o DR;
- ▶ AT\_NO\_NETWORK\_JOINED: tentou transmitir, mas não recebeu o JOIN da rede (OTAA);
- ▶ AT\_ACK\_OK: o módulo recebeu o ACK do servidor;
- ▶ AT\_ACK\_ERROR: acabaram as tentativas e o não foi recebido o ACK do servidor;
- ▶ AT\_JOIN\_OK: processo de ativação concluído com sucesso (OTAA);
- ▶ AT\_JOIN\_ERROR: erro no processo de ativação (OTAA);
- ▶ AT\_ALREADY\_JOINED: dispositivo já recebeu uma confirmação de JOIN (OTAA);

### 5.2 Lista de comandos

Conforme demonstrado acima, todos os comandos iniciam com AT e a diferenciação de comandos de get e de set está no uso de =? ou de =, conforme o exemplo citado. Pode-se notar também que alguns comandos são utilizados unicamente para devolver informações (+DEUI/+NJS) e outros unicamente para receber informações (+SEND/+SENDB). A lista completa de comandos está presente na Tabela 6 e uma lista de exemplos de comandos de set e get está disponível na Tabela 14.

#### 5.2.1 Comando +ADR

Referente ao controle adaptativo de Datarate realizado pelo Network Server. O parâmetro deste comando pode ser:

- ▶ 0 - ADR desabilitado;
- ▶ 1 - ADR habilitado;

A leitura do valor de ADR retorna apenas esta informação. Por exemplo, caso o ADR estivesse habilitado, o comando AT+ADR=? retornaria apenas 1.

### 5.2.2 Comando +DR

Referente ao Datarate utilizado caso o ADR esteja desabilitado. O valor do parâmetro DR varia de 0 a 6, conforme especificado no protocolo LoRaWAN 1.0.3, onde DR0 refere-se a comunicação de maior alcance de rádio com menor payload, enquanto o DR6, a transmissão com menor alcance e maior payload. A relação entre os parâmetros LoRa na camada física e o DR está descrito na Tabela 7. O payload máximo (em bytes) que uma transmissão pode ter é uma função do Datarate, conforme Tabela 8.

A leitura do valor de DR retorna apenas esta informação. Por exemplo, caso o DR estivesse configurado como 5, o comando AT+DR=? retornaria apenas 5.

### 5.2.3 Comando +NJM

Referente a configuração da forma de ativação, podendo se:

- ▶ 0 - ABP;
- ▶ 1 - OTAA;

Quando configurado como OTAA, o módulo transmitirá apenas se já tiver recebido a confirmação do comando de JOIN do servidor. Enquanto isso ocorrer, o parâmetro DevAddr retornará como 00000000. Em ABP, não é possível enviar pacotes de JOIN.

A leitura da forma de ativação retorna apenas esta informação. Por exemplo, caso o dispositivo estivesse configurado como OTAA, o comando AT+NJM=? retornaria apenas 1.

### 5.2.4 Comando +CLASS

Referente a classe do dispositivo. Os parâmetros podem ser:

- ▶ A - Dispositivo Classe A entra em modo de baixo consumo, desligando suas funções de rádio. Apenas é possível receber pacotes do servidor nas janelas Rx1 e Rx2, se o dispositivo iniciar a comunicação;
- ▶ C - Dispositivo Classe C NÃO entra em modo de baixo consumo e consegue receber pacotes do servidor sem ter iniciado a comunicação (Janela Rx2);

A leitura da classe do dispositivo retorna apenas esta informação. Por exemplo, caso o módulo estivesse configurado como classe A, o comando AT+CLASS=? retornaria apenas A.

Tabela 6: Lista completa de comandos

String do Comando	Descrição
+DEUI	Get o DevEui
+DADDR	Get/Set o DevAddr
+APPKEY	Get/Set o AppKey
+APPSKEY	Get/Set o AppSKey
+NWKSKEY	Get/Set o NwkSKey
+APPEUI	Get/Set o AppEui/JoinEui
+ADR	Get/Set o ADR
+DR	Get/Set o Datarate
+RX2FQ	Get/Set a janela de frequência Rx2 em Hz
+RX2DR	Get/Set o datarate da janela Rx2
+RX1DL	Get/Set o delay da janela Rx1 em milissegundos
+RX2DL	Get/Set o delay da janela Rx2 em milissegundos
+JN1DL	Get/Set o delay do Join janela 1 em milissegundos
+JN2DL	Get/Set o delay do Join janela 2 em milissegundos
+NJM	Get/Set o modo Join
+CLASS	Get/Set a classe do dispositivo
+JOIN	Executa o procedimento join
+NJS	Informa o status do join
+SENDB	Envia dados hexadecimais junto com a porta do aplicativo
+SEND	Envia dados de texto junto com a porta do aplicativo
+VER	Informa a versão do firmware
+CFM	Get/Set o modo de confirmação
+SNR	Informa a SNR do último pacote recebido em dB
+RSSI	Informa o RSSI do último pacote recebido em dBm
+BAT	Informa o nível da bateria
+BAUDRATE	Get/Set o baudrate da interface UART
+NBTRIALS	Get/Set o número de retransmissões
+KEEPAIVE	Get/Set os pacotes de keepalive do dispositivo
+TXCFM	Envia dados de texto junto com a porta do aplicativo, indicando se é confirmado ou não
+TXBCFM	Envia dados hexadecimais junto com a porta do aplicativo, indicando se é confirmado ou não
+CHMASK	Get/Set a máscara de canal
+GPIOC	Configura os pinos I/O
+WPIN	Realiza a escrita dos pinos
+RPIN	Realiza a leitura dos pinos

Tabela 7: Relação entre Datarate e camada física

Datarate	Configuração	Datarate	Configuração
0	SF12/125KHz	4	SF8/125KHz
1	SF11/125KHz	5	SF7/125KHz
2	SF10/125KHz	6	SF8/500KHz
3	SF9/125KHz		

Tabela 8: Relação entre Datarate e tamanho máximo de payload

Datarate	Payload máximo (bytes)	Datarate	Payload máximo (bytes)
0	51	4	222
1	51	5	222
2	51	6	222
3	115		

### 5.2.5 Comando +NJS

Retorna se o dispositivo já recebeu a confirmação do Join vinda do servidor. Este comando é apenas para leitura (AT+NJS=?). Os retornos podem ser:

- ▶ 0 - Ainda não recebeu;
- ▶ 1 - Recebeu e o dispositivo pode enviar pacotes para o servidor;

### 5.2.6 Comando +SENDB

Comando para enviar dados em hexadecimal para o servidor. O formato do comando é PORT:PAYLOAD, onde:

- ▶ PORT - Porta da aplicação (0 até 255);
- ▶ PAYLOAD - sequência de bytes em hexadecimal;

Exemplo, se for enviado “AT+SENDB=5:01020304”, no Network Server receberá um pacote na porta 5 com o array de bytes [0x01 0x02 0x03 0x04].

### 5.2.7 Comando +SEND

Comando para enviar dados em ASCII para o servidor. O formato do comando é PORT:PAYLOAD, onde:

- ▶ PORT - Porta da aplicação (0 até 255);
- ▶ PAYLOAD - string;

Exemplo, se for enviado “AT+SEND=5:teste”, no Network Server receberá um pacote na porta 5 com o array de bytes [0x74 0x65 0x73 0x74 0x65], referente a string “teste” em ASCII.

### 5.2.8 Comando +CFM

Comando referente a confirmação de entrega do pacote enviado para o Network Server utilizando os comando +SEND e +SENDB. Os valores do parâmetro de configuração estão descritos abaixo:

- ▶ 0 - Sem confirmação;
- ▶ 1 - Com confirmação;

Se o dispositivo estiver configurado para transmissão com confirmação, o número de retransmissões deve ser configurado pelo comando +NBTRIALS. A leitura da confirmação de entrada retorna apenas esta informação. Por exemplo, caso a confirmação de entrega esteja habilitada, o comando AT+CFM=? retornaria apenas 1.

### 5.2.9 Comando +BAT

Comando para leitura de nível de bateria, sendo apenas para leitura (AT+BAT=?). O nível de bateria varia linearmente, onde:

- ▶ o valor de retorno 1 significa 1,8;
- ▶ o valor de retorno 254 significa 3,6V;
- ▶ 0 ou 255 simbolizam que não foi possível medir a bateria;

### 5.2.10 Comando +BAUDRATE

Comando referente a configuração do baudrate da serial do dispositivo. Os parâmetros aceitos por este comando são:

- ▶ 9600 - baudrate configurado para 9600 bps;
- ▶ 19200 - baudrate configurado para 19200 bps;
- ▶ 43000 - baudrate configurado para 43000 bps;
- ▶ 115200 - baudrate configurado para 115200 bps;
- ▶ Para qualquer outro valor, o dispositivo operará em 9600 bps;

A leitura do baudrate retorna apenas esta informação. Por exemplo, caso o módulo estivesse configurado com baudrate de 9600 bps, o comando AT+BAUDRATE=? retornaria apenas 9600.

### 5.2.11 Comando +NBTRIALS

Comando referente a configuração do número de retransmissões dos pacotes com confirmação e dos pacotes de JOIN, o valor varia de 0 até 79. A leitura do número de retransmissões retorna apenas esta informação. Por exemplo, caso o módulo estivesse configurado 8 retransmissões, o comando AT+NBTRIALS=? retornaria apenas 8.

### 5.2.12 Comando +KEEPLIVE

Este comando configura os pacotes de keepalive enviados periodicamente para o Network Server. Se configurado como OTAA, o módulo só enviará o keepalive a partir do momento que tiver recebido a resposta do Join do servidor.

Se o parâmetro de configuração é HABILITADO:PORT:CONFIRMADO:PERIODICIDADE, onde:

- ▶ HABILITADO - 1 indica que o keepalive está desabilitado, 0 para desabilitado;
- ▶ PORT - Porta da aplicação (0 até 255);
- ▶ CONFIRMADO - 1 para keepalive com confirmação e 0 para sem confirmação. Retransmissões são configuradas com o comando +NTRIALS;
- ▶ PERIODICIDADE- periodicidade do keepalive em milissegundos;

O pacote de keepalive enviado para o servidor segue o protocolo descrito na Tabela 9.

Tabela 9: Protocolo do keepalive

Posição	Informação
0	Nível de bateria
1	Reservado para uso futuro
2	0xFF
3	Estado dos pinos configurados como entrada digital (MSB)
4	Estado dos pinos configurados como entrada digital (LSB)
5	Leitura do AD 0 MSB (se configurado)
6	Leitura do AD 0 LSB (se configurado)
7	Leitura do AD 1 MSB (se configurado)
8	Leitura do AD 1 LSB (se configurado)
9	Leitura do AD 2 MSB (se configurado)
10	Leitura do AD 2 LSB (se configurado)
11	Leitura do AD 3 MSB (se configurado)
12	Leitura do AD 3 LSB (se configurado)
13	SNR do último pacote recebido
14	RSSI do último pacote recebido (MSB)
15	RSSI do último pacote recebido (LSB)

A resposta da leitura do comando de keepalive (AT+KEEPALIVE=?) segue o mesmo formato dos parâmetros de configuração.

### 5.2.13 Comando +TXCFM

Comando para enviar dados em ASCII para o servidor de forma confirmada ou não, independente da configuração dos parâmetros dos comandos +CFM e +NBTRIALS. O formato do comando é PORT:CONFIRMADO:RETRIES:PAYLOAD, onde:

- ▶ PORT - Porta da aplicação (0 até 255);
- ▶ CONFIRMADO - 1 para pacote com confirmação e 0 para sem confirmação;
- ▶ RETRIES - número de tentativas. Este parâmetro pode assumir qualquer valor de 0 até 79;
- ▶ PAYLOAD - string a ser enviada;

### 5.2.14 Comando +TXBCFM

Comando para enviar dados em hexadecimal para o servidor de forma confirmada ou não, independente da configuração dos parâmetros dos comandos +CFM e +NBTRIALS. O formato do comando é PORT:CONFIRMADO:RETRIES:PAYLOAD, onde:

- ▶ PORT - Porta da aplicação (0 até 255);
- ▶ CONFIRMADO - 1 para pacote com confirmação e 0 para sem confirmação;
- ▶ RETRIES - número de tentativas. Este parâmetro pode assumir qualquer valor de 0 até 79;
- ▶ PAYLOAD - sequência de bytes em hexadecimal;

### 5.2.15 Comando +CHMASK

Comando referente a configuração dos canais utilizados na banda AU915/LA915 do LoRaWAN. O parâmetro da máscara de canais é um array constituído por 12 bytes. O comando de set é ligeiramente diferente da forma do get. No primeiro, há uma separação por ":" a cada 16 bits no parâmetro (CH0:CH1:CH2:CH3:CH4:CH5), enquanto no segundo não. Por exemplo, para configurar uma máscara, o comando a ser enviado é AT+CHMASK=00ff:0000:0000:0000:0001:0000. A resposta da leitura (AT+CHMASK=?) será 00ff000000000000000010000.

Cada bit 1 no array representa um canal da banda AU915/LA915 que está habilitado, enquanto um 0, indica que aquele canal não será utilizado. Os canais utilizados pelo dispositivo podem ser vistos na Tabela 10.

Tabela 10: Relação entre canal e frequência do protocolo LoRaWAN

Canal	Freq (MHz)	Canal	Freq (MHz)	Canal	Freq (MHz)	Canal	Freq (MHz)	Canal	Freq (MHz)
1	915,2	17	918,4	33	921,6	49	924,8	65	915,9
2	915,4	18	918,6	34	921,8	50	925	66	917,5
3	915,6	19	918,8	35	922	51	925,2	67	919,1
4	915,8	20	919	36	922,2	52	925,4	68	920,7
5	916	21	912,2	37	922,4	53	925,6	69	922,3
6	916,2	22	919,4	38	922,6	54	925,8	70	923,9
7	916,4	23	919,6	39	922,8	55	926	71	925,5
8	916,6	24	919,8	40	923	56	926,2	72	927,1
9	916,8	25	920	41	923,2	57	926,4		
10	917	26	920,2	42	923,4	58	926,6		
11	917,2	27	920,4	43	923,6	59	926,8		
12	917,4	28	920,6	44	923,8	60	927		
13	917,6	29	920,8	45	924	61	927,2		
14	917,8	30	921	46	924,2	62	927,4		
15	918	31	921,4	47	924,4	63	927,6		
16	918,2	32	921,4	48	924,6	64	927,8		

Assim, os parâmetros da máscara são os seguintes:

- ▶ CH0: configura os canais de 1 até 16 de 125kHz, sendo o bit0 o canal 1 e o bit15 o 16.  
Ex.: um CH0 igual à 0x00FF habilita os canais 1 até o 8;
- ▶ CH1: configura os canais de 17 até 32 de 125kHz, sendo o bit0 o canal 17 e o bit15 o 32.  
Ex.: um CH0 igual à 0x00FF habilita os canais 17 até o 24;
- ▶ CH2: configura os canais de 33 até 48 de 125kHz, sendo o bit0 o canal 33 e o bit15 o 48.  
Ex.: um CH0 igual à 0x00FF habilita os canais 33 até o 40;
- ▶ CH3: configura os canais de 49 até 64 de 125kHz, sendo o bit0 o canal 49 e o bit15 o 64.  
Ex.: um CH0 igual à 0x00FF habilita os canais 49 até o 56;
- ▶ CH4: configura os canais de 65 até 72 de 500kHz, sendo o bit0 o canal 65 e o bit7 o 72.  
A banda LA915 e AU915 transmitem até o canal 72, logo, o byte mais significativo deve ser sempre 0x00. Ex.: um CH0 igual à 0x00FF habilita os canais 65 até o 72;
- ▶ CH5: a banda LA915 e AU915 não utilizam essa parte, ela deve ser sempre 0x0000;

### 5.2.16 Comando +GPIOC

Comando para configurar os pinos de I/O do módulo. O formato do comando é GPIOx:MODO:PULL, onde:

- ▶ GPIOx: é o número do GPIO referente a posição do pino na Tabela 1.
- ▶ MODO: representa o modo de operação do pino, conforme descrito na Tabela 11
- ▶ PULL: configuração do resistor interno de PULL UP ou PULL DOWN, conforme descrito na Tabela 12.

Se um pino configurado como Interrupção receber uma transição conforme configurado, ele enviará um pacote pela porta 2 para o servidor, conforme o protocolo da Tabela 13.

### 5.2.17 Comando +WPIN

Comando para alterar o estado lógico de um pino configurado como saída. O formato do comando é: GPIOx:ESTADO, onde:

- ▶ GPIOx: é o número do GPIO referente a posição do pino, conforme descrito na Seção 1.
- ▶ ESTADO: é o nível lógico de saída, podendo ser 0 (0V) ou 1 (VCC);



### 5.2.18 Comando +RPIN

Comando para leitura de um pino de entrada tanto digital quanto analógico. O comando deve informar o pino que será lido. Se o pino for digital, a resposta será 0 ou 1. Se a entrada for do tipo analógica, o valor de leitura está entre 0 (0V) e 4096 (VCC). Exemplos de envio de comandos de get e set podem ser visto na Tabela 14.

Tabela 11: Modos de configuração dos pinos de GPIO

MODO	Informação	Observação
0	Entrada digital	-
1	Saída Digital (Push Pull)	-
2	Saída Digital (Open Drain)	-
3	Função Alternativa (Push Pull)	Utilizados apenas nos pinos GPIO0 e GPIO1 para
4	Função Alternativa (Open Drain)	
5	Entrada Analógica	Utilizados apenas nos pinos GPIO0, GPIO1, GPIO7 e GPIO8
6	Interrupção - Borda de subida	Utilizados apenas nos pinos GPIO1, GPIO2, GPIO4, GPIO5, GPIO6 e GPIO9
7	Interrupção - Borda de descida	
8	Interrupção - Borda de subida e descida	

Tabela 12: Configuração do resistor de PULL UP

PULL	Informação
0	Sem conexão interna
1	PULL UP
2	PULL DOWN

Tabela 13: Protocolo do pacote de interrupção

Posição	Informação
0	Nível de bateria
1	Reservado para uso futuro
2	Número do pino que gerou a interrupção
3	Estado dos pinos configurados como entrada digital (MSB)
4	SNR do último pacote
5	RSSI do último pacote (MSB)
6	RSSI do último pacote (LSB)

Tabela 14: Exemplos de comandos de Get e Set

Comando	Parâmetros	Get	Set
+DEUI	DevEui	0012f80000300000	
+DADDR	DevAddr	c1ff6012	c1:ff:60:12
+APPKEY	AppKey	09a1c687b5de5223 21d99e7f4c95aa9c	09:a1:c6:87:b5:de:52:23 :21:d9:9e:7f:4c:95:aa:9c
+APPSKEY	AppSKey	09a1c687b5de522321 d99e7f4c95aa9c	09:a1:c6:87:b5:de:52:23:21 :d9:9e:7f:4c:95:aa:9c
+NWKSKEY	NwkSKey	21d99e7f4c95aa9c3911 77 77e54d0314	21:d9:9e:7f:4c:95:aa:9c:39:11 :77:77:e5:4d:03:14
+APPEUI	AppEui	21d99e7f4c95aa9d	21:d9:9e:7f:4c:95:aa:9d
+ADR	Status do ADR		1
+DR	Datarate		0
+RX2FQ	Frequência da Janela Rx2		92300000
+RX2DR	Datarate da Janela Rx2		2
+RX1DL	Delay da Janela Rx1		10000
+RX2DL	Delay da Janela Rx2		12000
+JN1DL	Delay da Janela Jn1 (Join)		5000
+JN2DL	Delay da Janela Jn2 (Join)		6000
+NJM	Ativação: OTAA/ABP		0
+NWKID	Network ID	00000000	00:00:00:00
+CLASS	Classe do Dispositivo		A
+NJS	Status do Join	0	
+SENDB	Port:payload		5:00aabbccddeeff00
+SEND	Port:payload		5:mensagem
+VER	Versão de Firmware	1.3.30	
+CFM	Confirmação de pacotes		0
+SNR	SNR do último pacote recebido	23	
+RSSI	RSSI do último pacote	-73	
+BAT	Nível de bateria	253	
+BAUDRATE	Baudrate		9600
+NBTRIALS	Número de retransmissões	8	
+KEEPALIVE	Habilitado:Port:Confirmação	1:5:1:60000	
+TXCFM	Port:Confirmação:Tentativas	5:1:8	
+CHMASK	Máscara de canais	00ff0000000000000001 0000	00ff:0000:0000:0000:0001 :0000
+ADC	Número do pino		2
+GPIOC	Pino:Modo:Pullup		2:5:0
+WPIN	Pino:Valor Lógico		3:1
+RPIN	Pino		2

## 6 Comunicando com uma Rede

### 6.1 Network Server LoRaWAN

O protocolo LoRaWAN estabelece que a topologia da rede seja em estrela, com o Gateway LoRaWAN no centro interligando os dispositivos EndDevices ao Servidor de Rede (Network Server). Entre os mais conhecidos servidores no Brasil se destaca a The Things Network (TTN) e a Everynet/American Towers.

### 6.2 Conectando o rádio no servidor TTN

#### 6.2.1 Fazendo o login

Entre no site da TTN através da URL <https://www.thethingsnetwork.org/>. Realize o login com as suas credenciais, caso já tenha se cadastrado, ou então, cadastre-se. Após realizado o login, uma nova tela parecerá. Nela, é possível entrar nas opções Aplicações e Gateways. Caso não apareçam essa opções, deve-se clicar no botão CONSOLE localizado no canto superior direito.

#### 6.2.2 Adicionando uma aplicação

Os dispositivos se comunicam com as aplicações nas quais estão cadastrados. Para registrar um dispositivo, primeiro é necessário adicionar uma aplicação. Caso já exista uma aplicação, basta editá-la.

- ▶ Primeiramente, no console, clique “add application”, forme indicado na Figura 5;

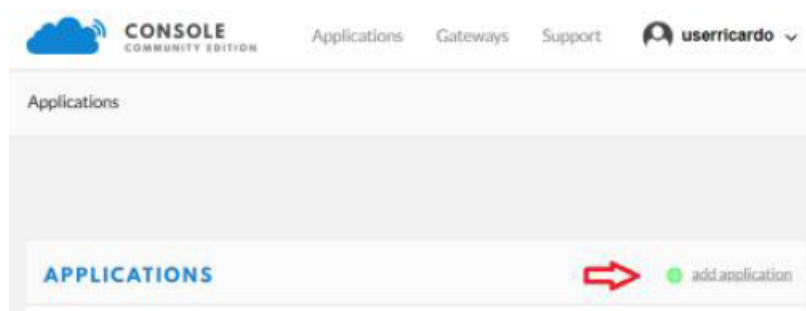


Figura 5: Adicionando aplicação

- ▶ Uma nova tela conforme Figura 6 aparecerá. Para campo “Application ID”, escolha um identificador exclusivo com letras minúsculas, caracteres alfanuméricos e não consecutivos. Não são permitidos caracteres de acentuação, enquanto os caracteres “-” e “\_” são permitidos;
- ▶ Em “Description”, digite uma descrição para a aplicação;
- ▶ O campo “Application EUI” representa a identificação da nova aplicação no Network Server. Ela é gerada automaticamente pela TTN;
- ▶ Em “Handler registration”, selecione a região padrão que no caso é “ttn-handlerbrazil”;
- ▶ Por fim, clique em “Add application” no canto inferior direito;

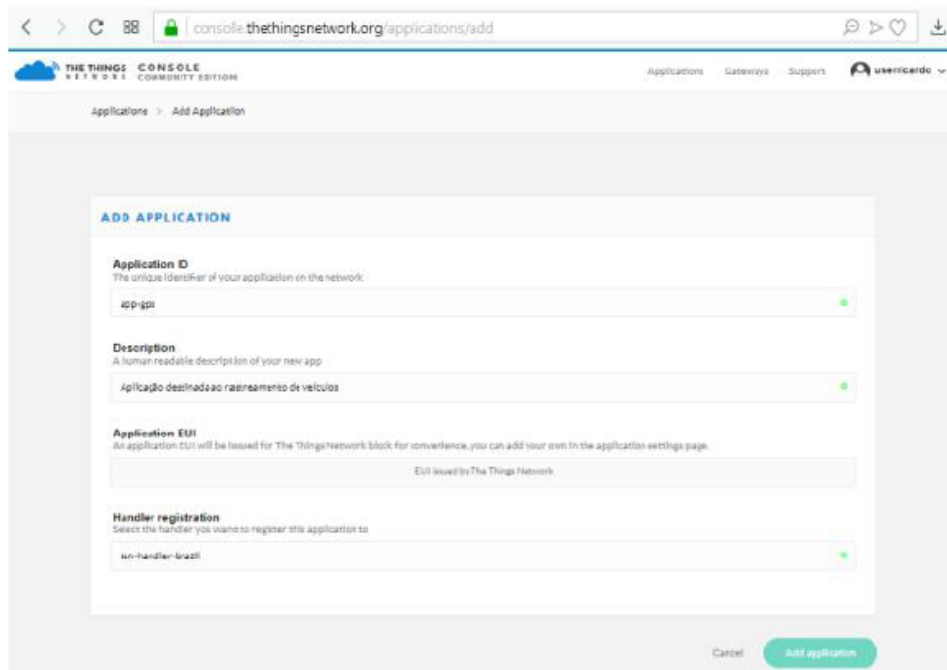


Figura 6: Cadastro de aplicação

### 6.2.3 Adicionando um dispositivo na aplicação

Antes que um dispositivo possa se comunicar com o servidor, é preciso registrá-lo em uma aplicação. A forma de ativação padrão da TTN é OTAA. Assim, para utilizar ABP, é necessário reconfigurá-lo após o cadastro.

- ▶ Após realizar o login, entre novamente na tela de aplicações da Figura 5. Agora, ao invés de criar uma nova aplicação, será necessário editá-la, clicando sobre o nome dela;
- ▶ Na nova tela, clique na aba “Devices”;
- ▶ Na aba de dispositivos, clique em “register devices”, conforme destacado na Figura 7;

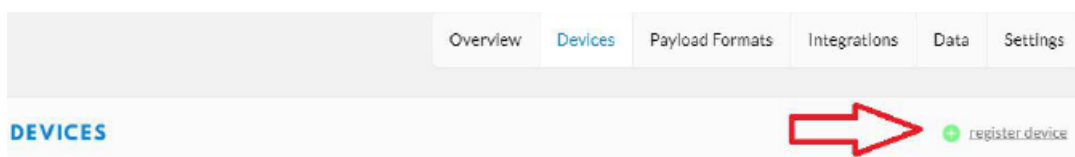
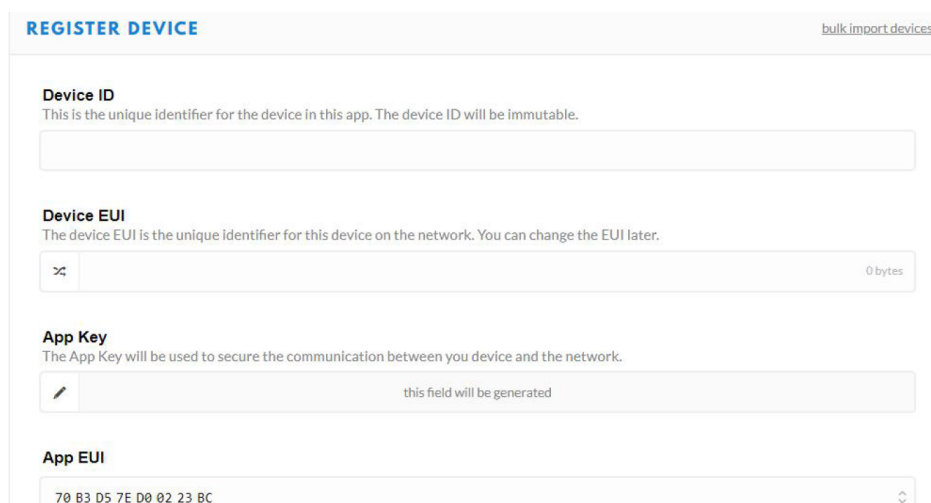


Figura 7: Registrando um dispositivo

- ▶ Uma nova tela surgirá conforme a Figura 8. No campo “Device ID”, escolha um identificador exclusivo, com letras minúsculas e/ou caracteres alfanuméricos. não é permitido acentos, enquanto os caracteres “-” e “\_” são permitidos para separar nomes. Ex : 27890872, disp-0001;
- ▶ Entre com a informação do DevEui do seu dispositivo no campo “Device EUI”. Para tal tarefa, mande o comando AT+DEUI=? para a serial do rádio;
- ▶ Entre com a chave de criptografia da aplicação do rádio no campo “App Key”. Utilize o comando AT+APPKEY=? para retornar a chave de criptografia. Caso queira que o servidor gere uma nova chave, deixe este campo em branco. Assim, após o registro, deve-se cadastrar a nova chave no rádio através do comando +APPKEY;
- ▶ Clique em “Register” no canto inferior direito para finalizar o registro;



**REGISTER DEVICE** [bulk import devices](#)

**Device ID**  
This is the unique identifier for the device in this app. The device ID will be immutable.

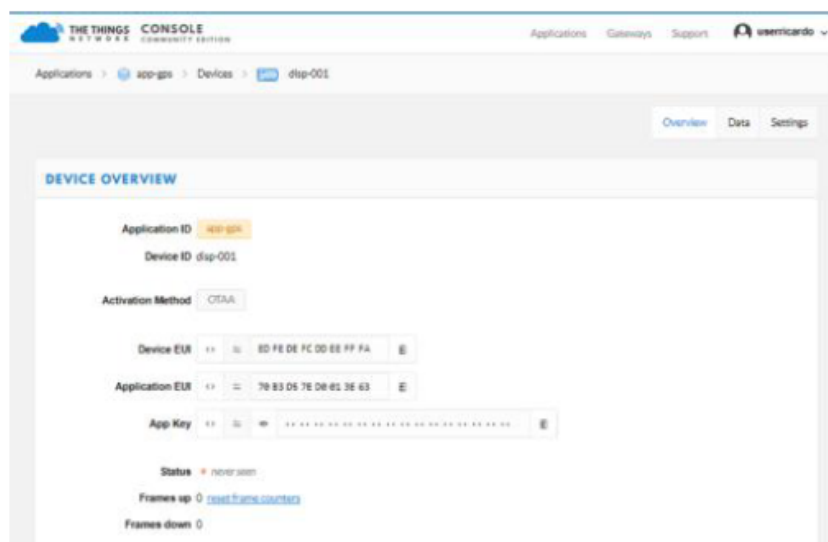
**Device EUI**  
The device EUI is the unique identifier for this device on the network. You can change the EUI later.

**App Key**  
The App Key will be used to secure the communication between you device and the network.

**App EUI**  
70 B3 D5 7E D0 02 23 BC

Figura 8: Tela de registro de dispositivo

- ▶ Na tela de “Device Overview”, conforme mostrado na Figura 9, é possível verificar todas as informações do dispositivo. Vale ressaltar que, no momento em que o dispositivo é registrado, ele é cadastrado como OTAA. Caso o rádio seja utilizado desta forma, deve-se alterar o tipo de ativação no rádio. Para tal, utilize o comando `AT+NM=1` e passe para a Seção 6.2.4;
- ▶ Copie a identificação da aplicação (Application EUI) e grave-a no dispositivo com o comando `+APPEUI`;



**THE THINGS NETWORK** **CONSOLE** COMMUNITY EDITION Applications Gateways Support [usercard](#)

Applications > app-gps > Devices > [disp-001](#)

**DEVICE OVERVIEW** Overview Data Settings

Application ID [new-gps](#)

Device ID `disp-001`

Activation Method [OTAA](#)

Device EUI `8D FE DE FC DD 88 FF FA`

Application EUI `70 B3 D5 7E D0 02 23 BC`

App Key `00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00`

Status ● never seen

Frames up 0 [reset frame counters](#)

Frames down 0

Figura 9: Tela de informações do dispositivo - OTAA

- ▶ Para alterar o dispositivo para ABP, clique em “Settings” na tela de “Device Overview”;
- ▶ Na nova tela, clique em ABP. Ao fazer isso, os campos “Device Address”, “Network Session Key” e “App Session Key” aparecerão. A informação de DevAddr é fornecida pela TTN e deve ser cadastrada no rádio através do comando `+DADDR`;
- ▶ Informar as chaves de criptografia de seção de rede (NwkSkey) e de seção de aplicação (AppSkey) ao servidor. Para tal, basta interrogar o rádio com os comandos `AT+NWKSKEY=?` e `AT+APPSKEY=?` respectivamente. No entanto, o servidor pode gerar chaves novas, para tal, deixe os campos em branco. Elas devem então ser cadastradas no rádio com os comandos `+NWKSKEY` e `+APPSKEY`;
- ▶ Finalize a configuração clicando em “Save” no canto inferior direito da página;

- ▶ Novamente será exibida a página “Device Overview”, conforme a Figura 10. Nela é possível ver o Device Address atribuído pelo servidor (que deve ser cadastrado no rádio com o comando +DADDR) e as chaves de criptografia (que devem ser cadastradas no rádio, caso tenha sido optado pela geração automática);

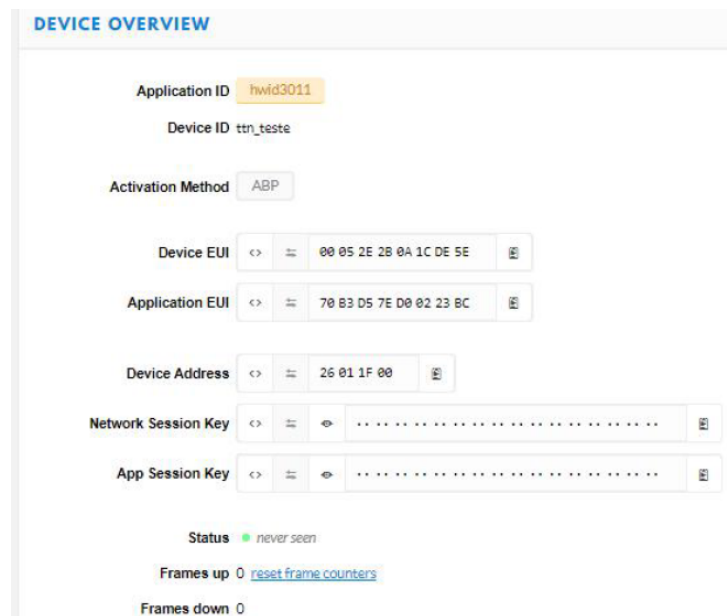


Figura 10: Tela de informação do dispositivo - ABP

## 6.2.4 Enviando mensagens para o servidor

Para enviar e receber comandos, primeiramente, deve-se configurar os canais do dispositivo para se comunicar com a TTN. A TTN utiliza os canais do 9 ao 16 de 125kHz da banda AU915/LA915 e o canal 66 de 500kHz. Assim, deve-se enviar o comando `AT+CHMASK=ff00:0000:0000:0000:0002:0000` para configurá-lo.

Caso o dispositivo seja ABP, não é necessário fazer a ativação. No entanto, em dispositivos OTAA, é necessário, primeiramente, realizar o JOIN na rede (este procedimento não é necessário em caso de ABP). Certifique-se que o dispositivo esteja cadastrado no servidor como OTAA e que ele esteja configurado como OTAA (+NJM). As AppKey do servidor e do dispositivo também devem ser iguais, bem como as identificações de aplicação (AppEUI).

- ▶ Configurar as janelas de Join (JN1DL e JN2DL) para 5 e 6s respectivamente, enviando os comandos `AT+JN1DL=5000` e `AT+JN2DL=6000`;
- ▶ Envie o comando `AT+JOIN` para o dispositivo;
- ▶ Aguarde a mensagem de resposta do dispositivo. Se for `AT_JOIN_OK`, o procedimento de JOIN na rede foi efetuado com sucesso. Se for `AT_JOIN_ERROR`, tente novamente. Caso a resposta seja for `AT_ALREADY_JOINED`, o dispositivo já havia realizado o JOIN;

O procedimento para enviar pacotes para o servidor é:

- ▶ Na janela “Device Overview”, clicar na aba “Data” - esse passo não é necessário, mas é útil para visualizar os dados recebidos;
- ▶ Enviar para o rádio um dos comandos de envio de dados (`+SEND`, `+SENDB`, `+TXCFM` ou `+TXBCFM`). O rádio responderá `AT_TX_OK` caso consiga transmitir com sucesso. Caso responda `AT_BUSY_ERROR`, o dispositivo ainda está tratando a transmissão anterior, basta esperar o tempo das janelas de recepção. Caso responda `AT_TX_LENGTH_ERROR`, verifique o datarate configurado ou diminua o tamanho do pacote. Por fim, caso responda `AT_NO_NETWORK_JOINED`, realize o processo de JOIN na rede (OTAA);
- ▶ Se o processo ocorreu corretamente, na aba Data do dispositivo, deverá aparecer o que chegou uma nova recepção;

### 6.2.5 Recebendo mensagens do servidor

A TTN utiliza apenas dispositivos classe A, ou seja, para que o rádio receba um pacote, ele deve começar a transmissão. Mesmo em dispositivos classe C, a TTN enviará apenas os pacotes agendados nas janelas RX1 ou RX2, conforme o servidor achar melhor. Para a TTN, o tempo para abrir essas janelas são, respectivamente, 1s e 2s. Assim, deve-se configurar o módulo para tal com os comandos (apenas para ABP):

- ▶ AT+RXDL1=1000;
- ▶ AT+RXDL2=2000;

Para enviar um downlink para o dispositivo:

- ▶ Entre na página do dispositivo da TTN (Device Overview);
- ▶ Na área DOWNLINK, escolha a porta da aplicação no campo FPort e entre com a sequência de bytes (em hexadecimal) que deve ser agendada, conforme exemplificado na Figura 11;

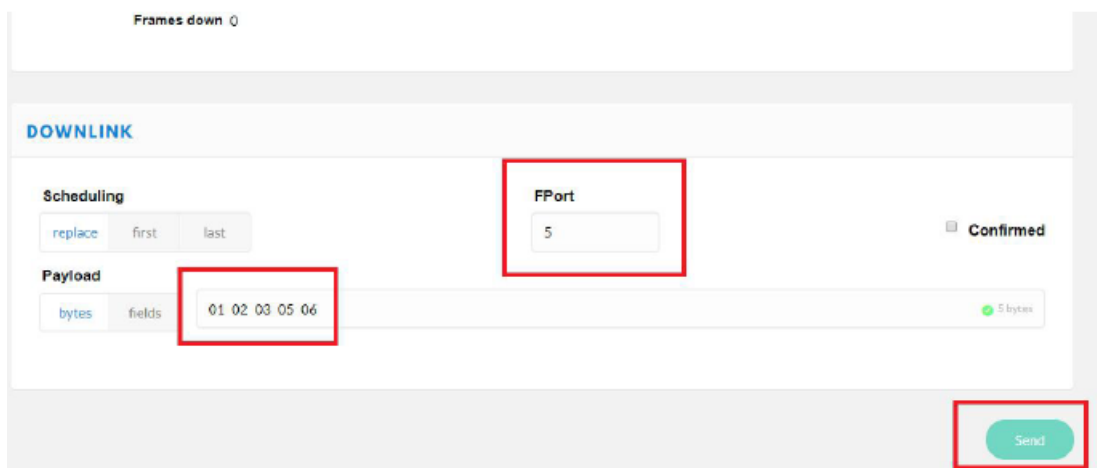


Figura 11: Campo de downlink

- ▶ Clique no botão Send. Se tudo ocorreu conforme bem, uma mensagem informando que o downlink foi agendado aparecerá na tela, conforme mostrado na Figura 12.



Figura 12: Mensagem de confirmação de agendamento

Quando o dispositivo enviar uma mensagem para o servidor, ele receberá uma mensagem que será enviada para a serial, conforme a Figura 13.

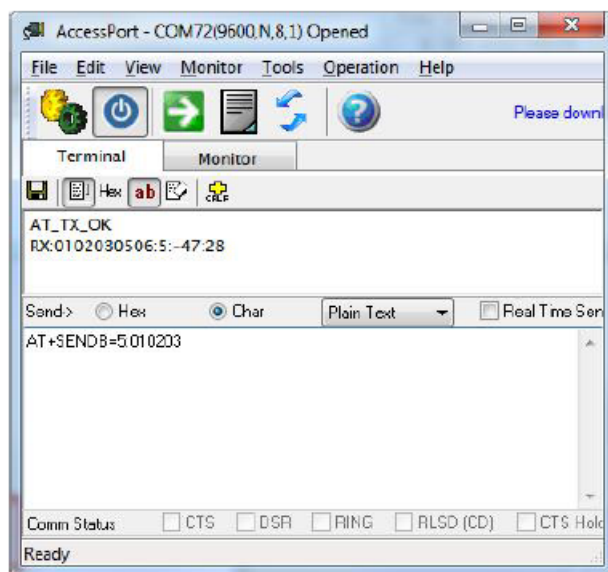


Figura 13: Envio e recebimento de dados (TTN)

## 6.3 Conectando o rádio no servidor Everynet

### 6.3.1 Fazendo o login

Entre no site da Everynet através da URL <https://ns.atc.everynet.io/>. Realize o login com as suas credenciais caso já tenha se cadastrado, ou, então, cadastre-se. Após realizado o login, uma nova tela parecerá. Nela, é possível verificar os dispositivos clicando em “Devices”.

### 6.3.2 Cadastrando um dispositivo

Para registrar um dispositivo na Everynet:

- ▶ Clique em + ao lado de “Device EUI” no canto superior esquerdo conforme a Figura 14;



Figura 14: Incluir dispositivo

- ▶ Entre com a informação do DevEui do seu dispositivo no campo “Device EUI”. Para tal tarefa, mande o comando AT+DEUI=? para a serial do rádio;
- ▶ Informe o Application Eui. Utilize o comando AT+APPEUI=? para retornar essa informação do rádio. Caso queira que o servidor gere uma nova chave, pressione o botão ao lado do nome do campo. Assim, após o registro, deve-se cadastrar essa identificação no rádio através do comando +APPKEY;
- ▶ Escolhe a opção NS no campo “Encryption”, conforme e Figura 15. Ao mudar a forma de criptografia, o campo “Application key” deve surgir;
- ▶ Caso a ativação do dispositivo seja OTAA, deixe marcada essa opção no campo Activation. Para o caso OTAA, informe a chave de aplicação, Application Key, utilizando o comando AT+APPKEY=? para retornar a chave de criptografia. Caso queira que o servidor gere uma nova chave, clique em . Assim, após o registro, deve-se cadastrar a nova chave no rádio através do comando +APPKEY;
- ▶ Caso a ativação do dispositivo seja ABP, deixe marcada essa opção no campo Activation. **Para o caso ABP**, informar as chaves de criptografia de seção de rede (Network session



key) e de seção de aplicação (Application session key) ao servidor. Para tal, basta interrogar o rádio com os comandos AT+NWKSKEY=? e AT+APPSKEY=? respectivamente. No entanto, o servidor pode gerar chaves novas, para tal, clique em ↻ para cada chave. Elas devem então ser cadastradas no rádio com os comandos +NWKSKEY e +APPSKEY. Informar também o endereço do dispositivo (Device Address), para tal, utilize o comando AT+DADDR=?. Caso queira que seja gerado um novo endereço para o dispositivo, clique em ↻, esse valor deve ser cadastrado no rádio com o comando +DADDR;



Figura 15: Campo de “Encryption”

- ▶ Marcar opção de Classe do dispositivo. Utilize o comando AT+CLASS=? para interrogar o rádio, ou altere a classe com +CLASS;
- ▶ Escolha a banda LA915, conforme a Figura 16;



Figura 16: Configuração de banda

- ▶ Por fim, clique no botão “Save” na parte superior da tela;

### 6.3.3 Enviando mensagens para o servidor

Para enviar e receber comandos, primeiramente, deve-se configurar os canais do dispositivo para se comunicar com a Everynet. A Everynet utiliza os canais do 1 ao 8 de 125kHz da banda AU915/LA915 e nenhum canal de 500kHz. Assim, deve-se enviar o comando AT+CHMASK=00ff:0000:0000:0000:0000:0000 para configurá-lo.

Caso o dispositivo seja ABP, não é necessário fazer a ativação. No entanto, em dispositivos OTAA, é necessário, primeiramente, realizar o JOIN na rede (este procedimento não é necessário em caso de ABP). Certifique-se que o dispositivo esteja cadastrado no servidor como OTAA e que ele esteja configurado como OTAA (+NJM). As AppKey do servidor e do dispositivo também devem ser iguais, bem como as identificações de aplicação (AppEUI).

- ▶ Configurar as janelas de Join (JN1DL e JN2DL) para 5 e 6s respectivamente, enviando os comandos AT+JN1DL=5000 e AT+JN2DL=6000;
- ▶ Envie o comando AT+JOIN para o dispositivo;
- ▶ Aguarde a mensagem de resposta do dispositivo. Se for AT\_JOIN\_OK, o procedimento de JOIN na rede foi efetuado com sucesso. Se for AT\_JOIN\_ERROR, tente novamente. Caso a resposta seja for AT\_ALREADY\_JOINED, o dispositivo já havia realizado o JOIN;

O procedimento para enviar pacotes para o servidor é:

- ▶ Enviar para o rádio um dos comandos de envio de dados (+SEND, +SENDB, +TXCFM ou +TXBCFM). O rádio responderá AT\_TX\_OK caso consiga transmitir com sucesso. Caso responda AT\_BUSY\_ERROR, o dispositivo ainda está tratando a transmissão anterior, basta esperar o tempo das janelas de recepção. Caso responda AT\_TX\_LENGTH\_ERROR, verifique o datarate configurado ou diminua o tamanho do pacote. Por fim, caso responda AT\_NO\_NETWORK\_JOINED, realize o processo de JOIN na rede (OTAA);
- ▶ Se o processo ocorreu corretamente, na seção Live Stream, deverão aparecer os pacotes recebidos, estes são identificados por uma seta verde para cima (uplink), conforme a Figura . A Everynet informa o pacote json que foi recebido, para verificar o payload recebido, expanda o pacote recebido e vá para campo "payload" em "params", conforme a Figura 18. Este campo mostra a informação em base64. No exemplo, a sequência "dGVzdGU=" em base64 corresponde a string "teste" em ASCII. Utilize algum programa para converter de base64 para o formato desejado.

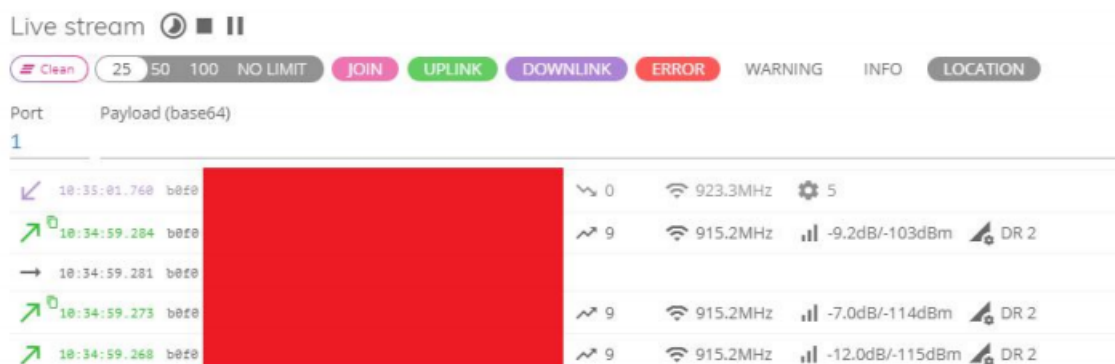


Figura 17: Recebimento de pacotes Everynet

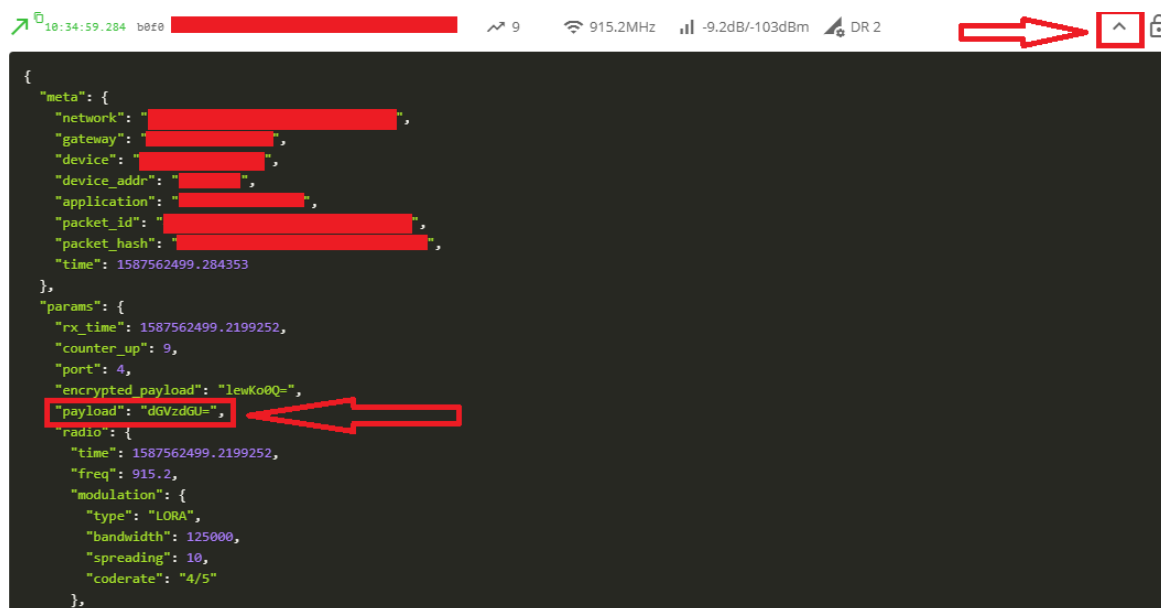


Figura 18: Visualização dos pacotes

### 6.3.4 Recebendo mensagens do servidor

A Everynet utiliza dispositivos tanto classe A quanto C, essa configuração deve ser feita no servidor pelo campo Class (Figura 16) e no dispositivo pelo comando +CLASS. As janelas de recepção são configuradas com os tempos 5s e 6s para ABP. Assim, deve-se configurar o módulo para tal com os comandos (apenas para ABP):

- ▶ AT+RXDL1=5000;
- ▶ AT+RXDL2=6000;

Para enviar um downlink para o dispositivo:

- ▶ Entre na página do dispositivo na Everynet;
- ▶ Na área Live Stream, escolha a porta da aplicação no campo Port entre com o payload em base64, conforme exemplificado na Figura 11;
- ▶ Clique no botão Schedule para agendar uma transmissão (classe A) ou Claim para enviar imediatamente (classe C), conforme a Figura 19. A opção Claim só é exibida se o dispositivo estiver configurado como classe C;

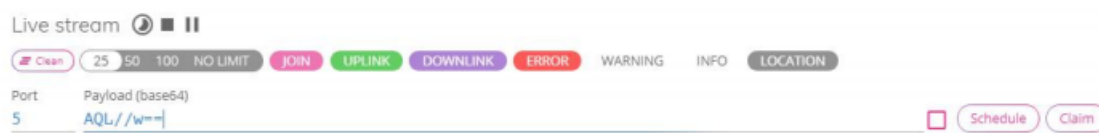


Figura 19: Envio de pacotes

- ▶ Quando o dispositivo enviar uma mensagem do servidor, ele receberá uma mensagem que será enviada para a serial, conforme a Figura 20.

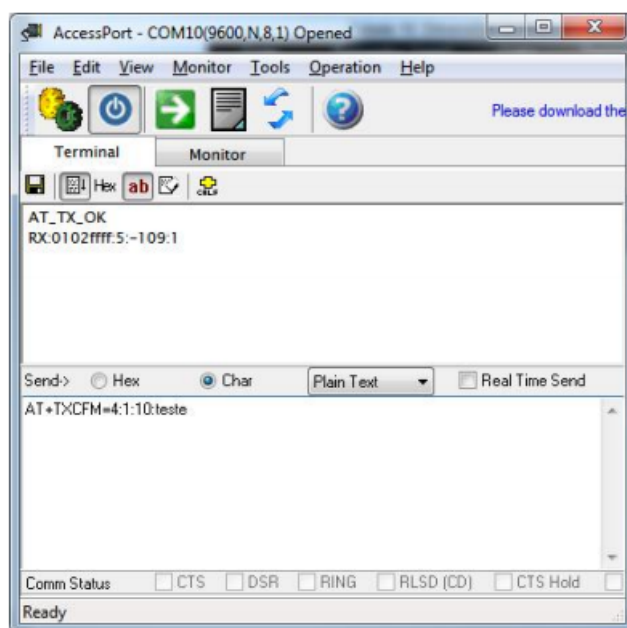


Figura 20: Envio e recebimento de dados (Everynet)

## 7 Características Físicas

### 7.1 Dimensões

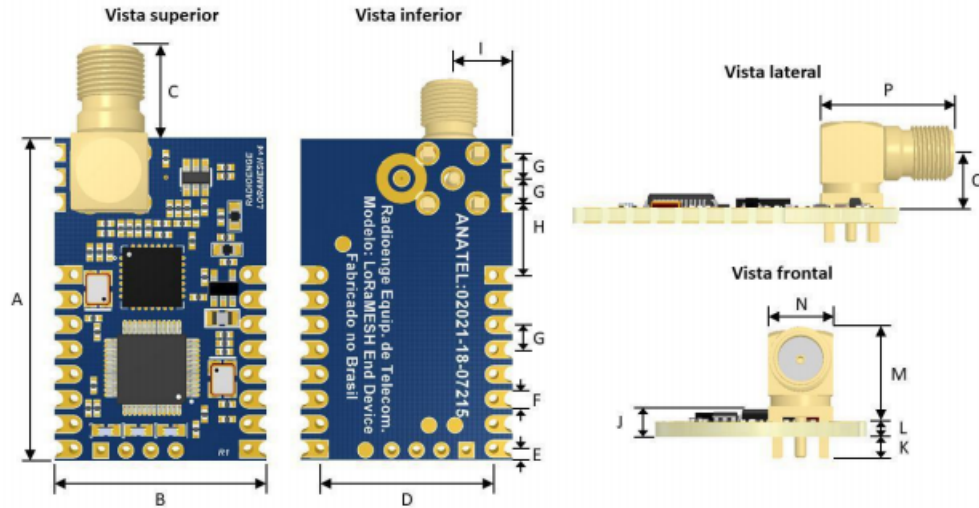


Figura 21: Vistas e dimensões do módulo

Tabela 15: Dimensões do Módulo

Cota	Tamanho [mm]	Cota	Tamanho [mm]
A	32,9	I	6,10
B	21,6	J	3,24
C	13,0	K	1,98
D	17,8	L	1,62
E	1,15	M	9,80
F	1,78	N	6,00
G	2,54	O	6,58
H	7,37	P	20,0

### 7.2 Footprint recomendado

O footprint apresentado abaixo pode ser obtido na página do EndDevice Radioenge nos formatos compatíveis com Eagle e Altium.

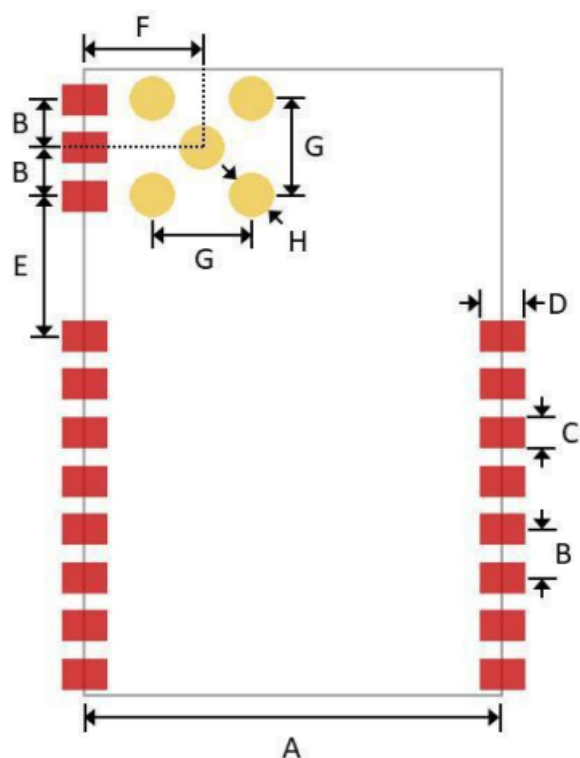


Figura 22: Footprint recomendado e dimensões

Tabela 16: Dimensões do Footprint

Cota	Tamanho [mm]	Cota	Tamanho [mm]
A	21,6	E	7,37
B	2,54	F	6,10
C	1,52	G	5,08
D	2,29	H	2,40