



# Radioenge

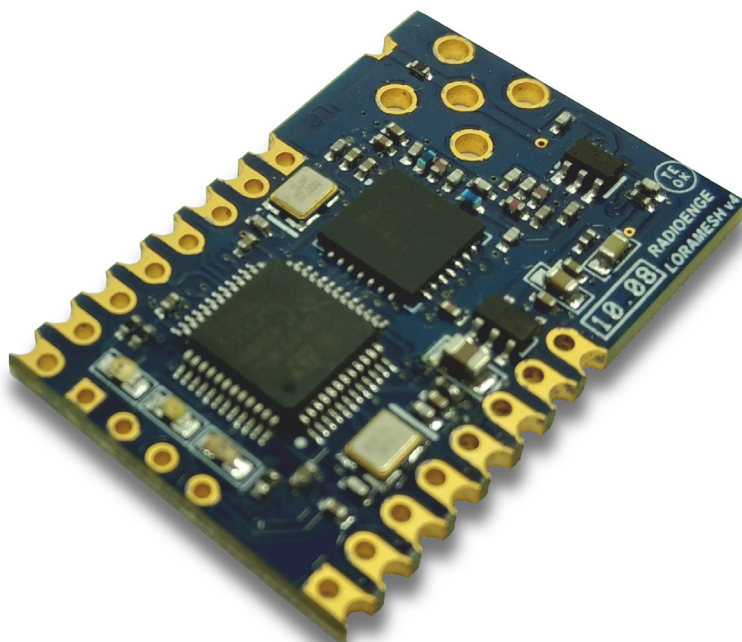
Mote LoRa Radioenge

Manual de Utilização

Revisão - Março 2019

# 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 ou Rádio
- ▶ Fixação acastelada ou por barra de pinos
- ▶ Atualização de firmware via UART
- ▶ 10 GPIOs, sendo 4 configuráveis como entradas analógicas
- ▶ Até 4 entradas analógicas
- ▶ 3 LEDs para sinalização de operação
- ▶ Leitura de nível de bateria

## CARACTERÍSTICAS

- ▶ Alimentação de 1,8 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
- ▶ 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 of Things (IoT)
- ▶ Automação doméstica e comercial
- ▶ Sistemas de segurança e monitoramento
- ▶ Telemetria

# 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>7</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIÇÃO DAS INTERFACES .....</b>	<b>8</b>
4.1	INTERFACE UART DE COMANDOS .....	8
4.2	GPIOS .....	8
4.3	ENTRADAS ANALÓGICAS .....	8
4.4	SAÍDA DE ANTENA.....	8
4.5	<i>BYPASS</i> DO REGULADOR .....	9
4.6	LEDs DE SINALIZAÇÃO.....	9
<b>5</b>	<b>DESCRIÇÃO DOS COMANDOS AT .....</b>	<b>11</b>
5.1	FORMATO DOS COMANDOS.....	11
5.2	LISTA DE COMANDOS.....	11
5.3	GPIO CONFIG.....	14
5.4	LEITURA DOS GPIOS (RPIN) .....	15
<b>6</b>	<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS .....</b>	<b>16</b>
6.1	DIMENSÕES .....	16
6.2	FOOTPRINT RECOMENDADO .....	17

# 1. PINAGEM

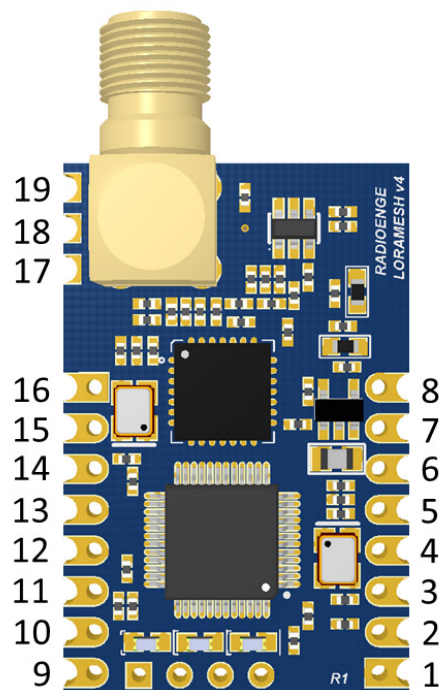


Imagem 1. Numeração dos pinos

Pino	Nome	Tipo	Descrição
1	GND	Alimentação	Conectado ao ground
2	RX_1	Entrada	RX da interface UART de comando
3	TX_1	Saída	TX da interface UART de comando
4	VCC	Alimentação	Conectado à alimentação
5	VCC	Alimentação	Conectado à alimentação
6	GPIO0	Saída/Entrada	Pino de uso geral ou entrada analógica
7	GPIO1	Saída/Entrada	Pino de uso geral ou entrada analógica
8	GND	Alimentação	Conectado ao ground
9	GPIO2	Saída/Entrada	Pino de uso geral
10	GPIO3	Saída/Entrada	Pino de uso geral
11	GPIO4	Saída/Entrada	Pino de uso geral
12	GPIO5	Saída/Entrada	Pino de uso geral
13	GPIO6	Saída/Entrada	Pino de uso geral
14	GPIO7	Saída/Entrada	Pino de uso geral ou entrada analógica
15	GPIO8	Saída/Entrada	Pino de uso geral ou entrada analógica
16	GPIO9	Saída/Entrada	Pino de uso geral
17	GND	Alimentação	Conectado ao ground
18	ANT	Saída RF	Saída de RF para antena externa
19	GND	Alimentação	Conectado ao ground

## 2. ESPECIFICAÇÕES

### 2.1 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

Parâmetro	Mínimo	Máximo	Un.
Tensão entre VCC e GND (com regulador)	-0,3	16,0	V
Tensão entre VCC e GND (sem regulador)	-0,3	4,0	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

### 2.3 PARÂMETROS DE OPERAÇÃO

Parâmetro	Mín.	Normal	Máx.	Un.
Tensão de Alimentação (com regulador)	1,8	-	12	V
Tensão de Alimentação (sem regulador)	1,8	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. ESPECIFICAÇÕES

---

Parâmetro	Mín.	Normal	Máx.	Un.
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

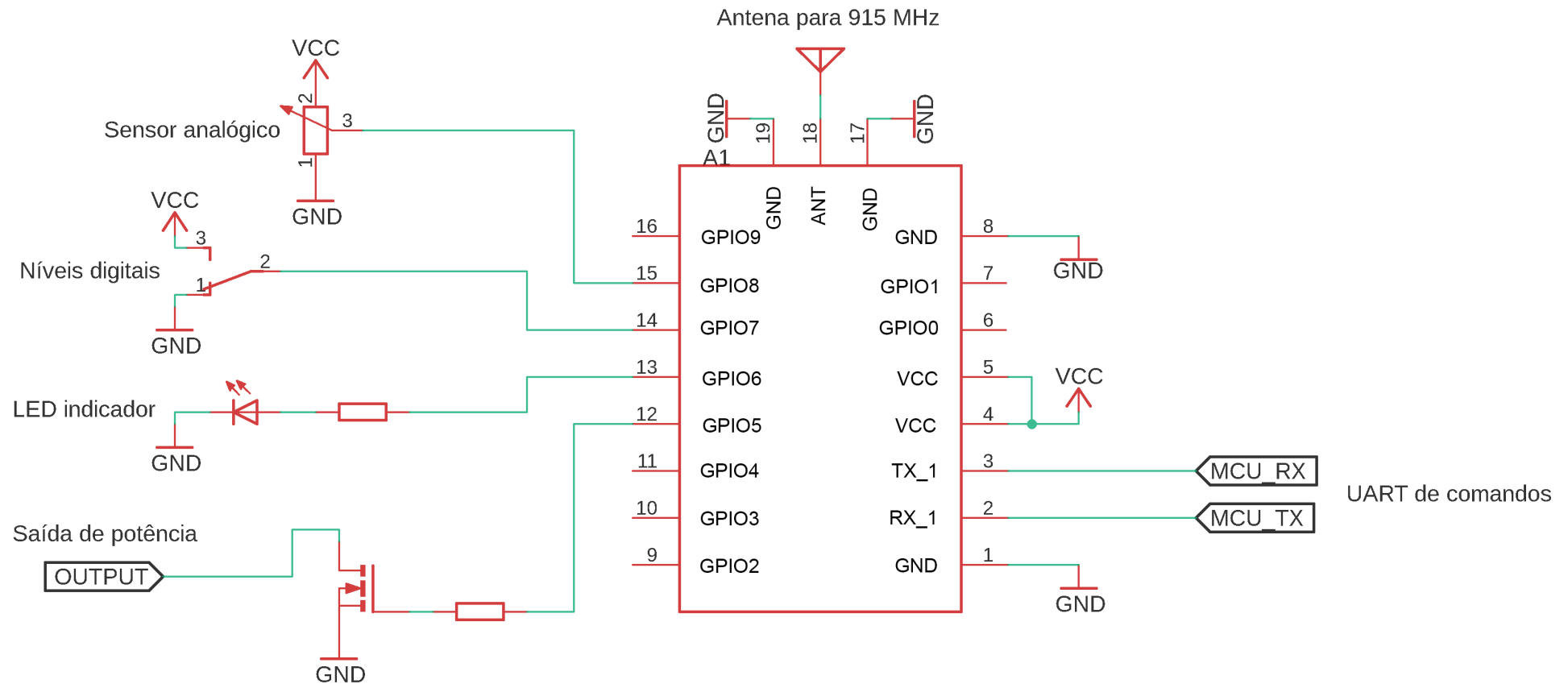


Imagem 2. Exemplo de aplicação do EndDevice Radioenge

# 4. DESCRIÇÃO DAS INTERFACES

## 4.1 INTERFACE UART DE COMANDOS

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 a seguir apresenta as configurações da interface serial.

Esta interface fornece uma série de comandos AT para a configuração do dispositivo. Estes comandos são listados e descritos na seção 5 – Descrição dos comandos AT.

### 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

## 4.2 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. DESCRIÇÃO DAS INTER-FACES

### 4.5 BYPASS DO REGULADOR

Caso não seja necessário o uso do regulador, quando a alimentação é de 3,3 Vcc, pode-se realizar o *bypass* deste regulador adicionando um resistor de 0  $\Omega$  (0402) na posição indicada na figura abaixo.

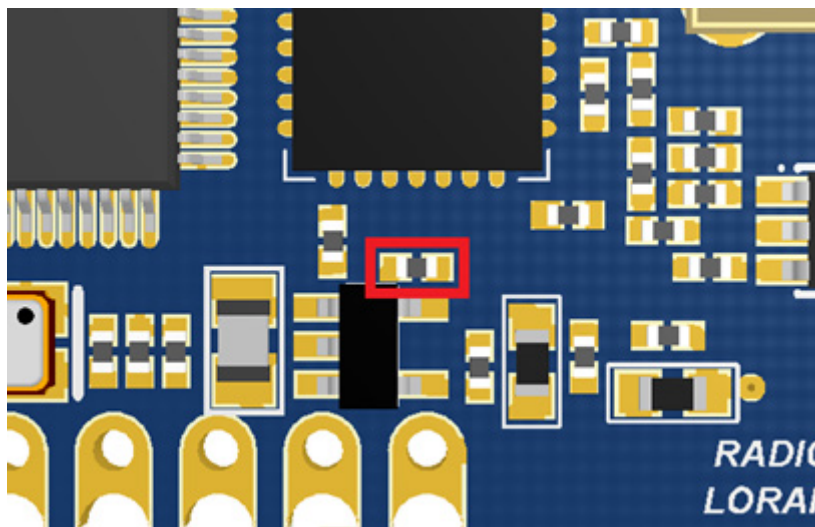


Imagem 3. Posição do resistor do *bypass*

O uso do *bypass* é indicado para aplicações alimentadas a bateria, onde é desejável o mínimo consumo possível.

### 4.6 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.

## 4. DESCRIÇÃO DAS INTER- FACES

---

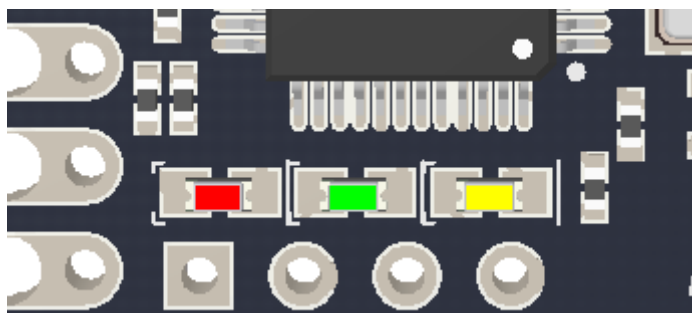


Imagem 4. LEDs de sinalização

# 5. DESCRIÇÃO DOS COMANDOS AT

## 5.1 FORMATO DOS COMANDOS

AT+comando<modificador>

=? para get

= para set

somente comando para run

? para help

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+SEND? - comando para help do comando SEND

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

► UART Baudrate default = 9600

## 5.2 LISTA DE COMANDOS

Todos os comandos iniciam com AT.

String do Comando	Descrição
+DADDR	Recebe/Estabelece o DevAddr
+APPKEY	Recebe/Estabelece o AppKey
+APPSKEY	Recebe/Estabelece o AppSKey
+NWKSKEY	Recebe/Estabelece o NwkSKey
+APPEUI	Recebe/Estabelece o AppEui/JoinEui
+ADR	Recebe/Estabelece o ADR
+TXP	Recebe/Estabelece o Tx Power
+DR	Recebe/Estabelece o <i>Datarate</i>
+DCS	Recebe/Estabelece o ETSI Duty Cycle
+PNM	Recebe/Estabelece o Public Network
+RX2FQ	Recebe/Estabelece a janela de frequência Rx2

## 5. DESCRIÇÃO DOS COMANDOS

String do Comando	Descrição
+RX2DR	Recebe/Estabelece o <i>datarate</i> da janela Rx2
+RX1DL	Recebe/Estabelece o <i>delay</i> da janela Rx1
+RX2DL	Recebe/Estabelece o <i>delay</i> da janela RX2
+JN1DL	Recebe/Estabelece o <i>delay</i> do <i>Join</i> janela 1
+JN2DL	Recebe/Estabelece o <i>delay</i> do <i>Join</i> janela 2
+NJM	Recebe/Estabelece o modo <i>Join</i> (0:ABP/1:OTAA)
+NWKID	Recebe/Estabelece o Network ID
+CLASS	Recebe/Estabelece a classe do dispositivo
+JOIN	Executa o procedimento <i>join</i>
+NJS	Recebe o <i>status</i> do <i>join</i>
+SENDB	Envia dados hexadecimais junto com a porta do aplicativo
+SEND	Envia dados de texto junto com a porta do aplicativo
+VER	Recebe a versão do <i>firmware</i>
+CFM	Recebe/Estabelece o modo de confirmação
+SNR	Recebe o SNR do último pacote recebido
+RSSI	Recebe o RSSI do último pacote recebido
+BAT	Recebe o nível da bateria
+BAUDRATE	Recebe/Estabelece o <i>baudrate</i> da interface UART
+NBTRIALS	Recebe/Estabelece o número de tentativas de retransmissão
+KEEPALIVE	Recebe/Estabelece os pacotes de <i>keepalive</i> do dispositivo
+TXCFM	Envia dados junto com a porta do aplicativo e o número de tentativas para esta mensagem
+CHMASK	Recebe/Estabelece a máscara de canal
+ADC	Realiza a leitura de pinos analógicos
+GPIOC	Configura os pinos I/O
+WPIN	Realiza a escrita dos pinos
+RPIN	Realiza a leitura dos pinos

Exemplos:

# 5. DESCRIÇÃO DOS COMAN- DOS

Get		Set	
Comando	Resposta	Comando	Parâmetros
+DEUI=?	00:12:f8:00:00:30:00:00	-	-
+DADDR=?	c0:fd:58:01	+DADDR=c1:ff:60:12	DevAddr
+APPKEY=?	09:a1:c6:87:b5:- de:52:23:21:d9:9e: 7f:4c:95:aa:9c	+APPKEY=09:a1: c6:87:b5:de:52:23:21: d9:9e:7f:4c:95:aa:9c	AppKey
+APPSKEY=?	f0:6a:ee:90:1d:25:fb:ac:09: a1:c6:87:b5:de:52:23	+APPSKEY=09:a1:c6:87:b5: de:52:23:21:d9:9e:7f:4c: 95:aa:9c	AppSKey
+NWKSKEY=?	21:d9:9e:7f:4c:95:aa:9c: 39:11:77:77:e5:4d:03:14	+NWKSKEY= 21:d9: 9e:7f:4c:95:aa:9c: 39:11:77:77:e5:4d:03:14	NwkSKey
+APPEUI=?	21:d9:9e:7f:4c:95:aa:9c	+APPEUI=21:d9:9e: 7f:4c:95:aa:9d	AppEui
+ADR=?	0 - disabled/ 1 - enabled	+ADR=1	Adr status
+TXP=?	0 - Máx Power (EIRP) / 1 .. 14 - Max EIRP – 2*TXPower / 15 - Mín Power (RFU)	+TXP=0	Transmission Power
+DR=?	0 - 13	+DR=0	Datarate
+DCS=?	0 - Disabled/ 1 - Enabled	+DCS=0	ETSI Duty Cycle
+PNM=?	0 - Off/ 1 - On	+PNM=0	Public Network
+RX2FQ=?	923300000	+RX2FQ=92300000	Rx2 window frequency
+RX2DR=?	8	+RX2DR=8	Rx2 window datarate
+RX1DL=?	1000	+RX1DL=1000	Rx1 window delay
+RX2DL=?	2000	+RX2DL=2000	Rx2 window delay
+JN1DL=?	5000	+JN1DL=5000	Jn1 window delay
+JN2DL=?	6000	+JN2DL=6000	Jn2 window delay
+NJM=?	0 - ABP/ 1 - OTAA	+NJM=0	Join mode
+NWKID=?	00:00:00:00	+NWKID=00:00:00:00	Network ID
+CLASS=?	A	+CLASS=A	Device class
+NJS=?	0 - Not joined/ 1 - Joined	-	-
+SENDB	-	+SENDB=5:00aa bbccddeeff00	port:payload
+SEND	-	+SEND=5:mensagem	port:payload

# 5. DESCRIÇÃO DOS COMAN- DOS

Get		Set	
Comando	Resposta	Comando	Parâmetros
+VER=?	1.3.5	-	-
+CFM=?	0 - Disabled/ 1 - Enabled	+CFM=1	confirmation
+SNR=?	23	-	-
+RSSI=?	-75	-	-
+BAT=?	255 - Could not measure the battery/ 254 (100%) - 1 (0%)	-	-
+BAUDRATE=?	9600	+BAUDRATE=3	index of baudrate
+NBTRIALS=?	8	+NBTRIALS=5	number of trials
+KEEPALIVE=?	Keep Alive disabled / Keep Alive enabled	+KEEPALIVE=1:5:1:60000	enable:port:confirmation: periodicity (ms)
-	-	+TXCFM=5:1:8	port:confirmation:number of trials
+CHMASK=?	00ff 0000 0000 0000 0001 0000	+CHMASK=00ff:0000: 0000:0000:0001:0000	channel mask
-	-	+ADC=2	pin number
-	-	+GPIOC=2:5:0	pin:mode:pull
-	-	+WPIN=3:1	pin:level
-	-	+RPIN=2	pin

## 5.3 GPIO CONFIG

- ▶ Mode
  - 0-INPUT
  - 1-OUTPUT\_PP
  - 2-OUTPUT\_OD
  - 3-AF\_PP
  - 4-AF\_OD
  - 5-ANALOG
  - 6-IT\_RISING
  - 7-IT\_FALLING
  - 8-IT\_RISING\_FALLING
- ▶ Pull
  - 0-NO\_PULL

# 5. DESCRIÇÃO DOS COMAN- DOS

1-PULL\_UP  
2-PULL\_DOWN

- ▶ Baudrate config
  - 0 - 9600
  - 1 - 19200
  - 2 - 43000
  - 3 - 115200

## 5.4 LEITURA DOS GPIOs (RPIN)

Retorna o nível do pino selecionado. Caso o pino selecionado esteja configurado como analógico, retorna o valor lido pelo ADC.

- ▶ Leitura analógica  $0 = 0 \text{ V} - 4095 = 3,3 \text{ V}$

O comando +ADC possui a mesma função, contudo, retorna um valor somente se o pino for analógico.

# 6. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

## 6.1 DIMENSÕES

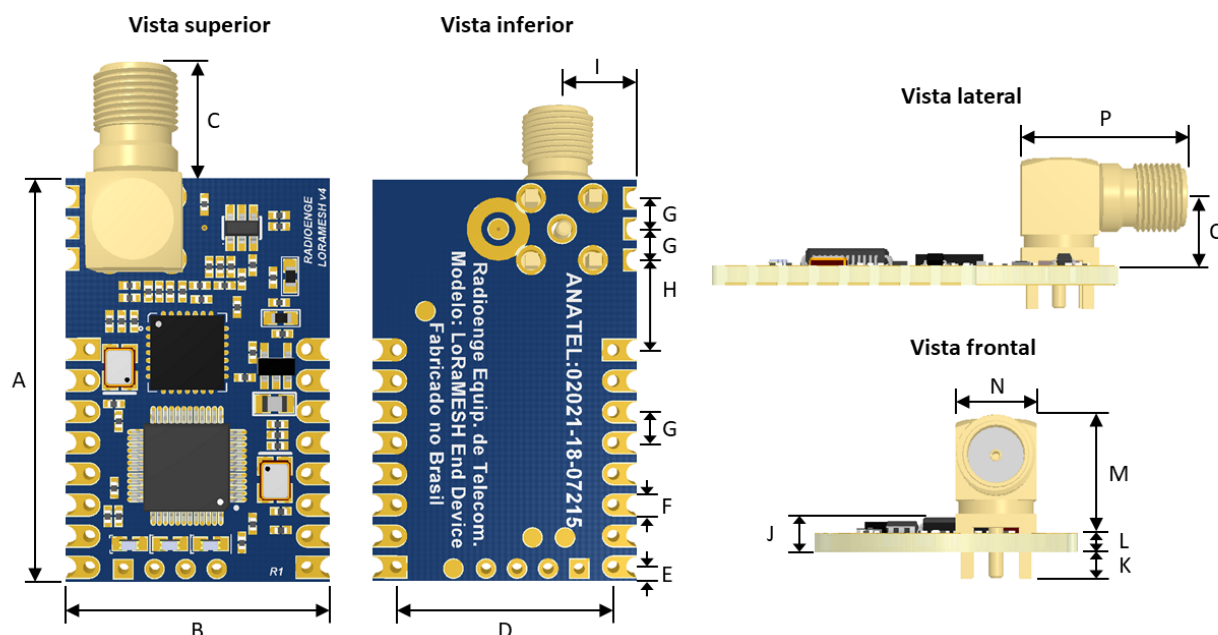


Imagem 5. Vistas e dimensões do módulo

### 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





## 6. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

### 6.2 FOOTPRINT RECOMENDADO

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

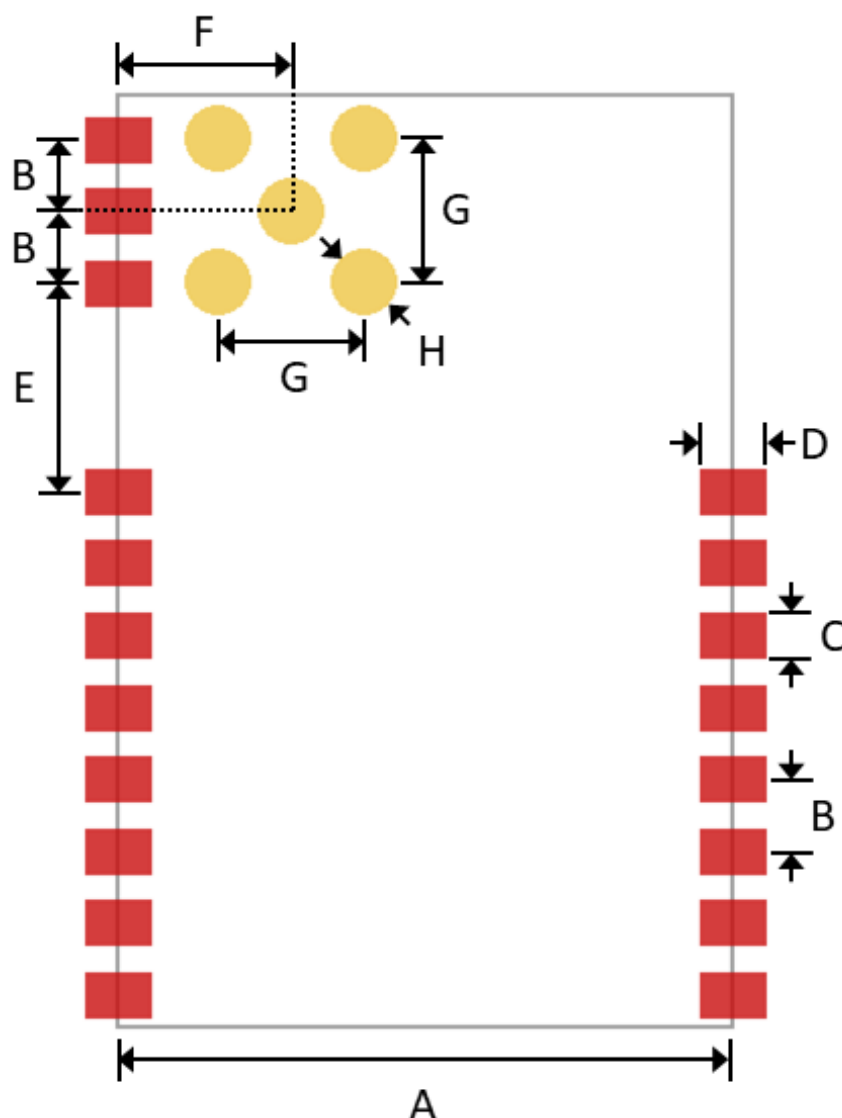


Imagem 6. Footprint recomendado e dimensões

#### 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