

Brasília, 12 de agosto de 2019.



## **SAPoT V1.0** Especificação do Protocolo

### **Autores:**

Associação GigaCandanga

### **Resumo:**

O Protocolo para Sensoriamento e Atuação de Coisas (SAPoT) é um leve e enxuto protocolo de fonte aberta desenvolvido para traduzir, de maneira simples e direta, mensagens em uma rede IoT no modelo Central/Sentinela. Portanto, o SAPoT tem por objetivo integrar as partes de uma rede multi protocolada.

## 1. Introdução

Para construção de uma rede baseada no conceito de internet das coisas (*IoT*) existem, no mercado, diversas tecnologias que podem ser utilizadas para comunicação M2M (*Machine to Machine*). Tais como: Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, Lora, Ethernet, dentre muitas outras com suas respectivas camadas de abstração. Cada um desses protocolos possuem arquiteturas distintas para o transporte de dados e, dessa maneira, torna-se um tanto complexo a organização do fluxo de mensagens bem como sua tradução entre as máquinas que não “falam” o mesmo protocolo. Não obstante, o **SAPoT** tem por objetivo traduzir as mensagens em uma rede multi protocolada, estruturando-as em um formato comum para todas as máquinas dispostas no modelo Central/Sentinela.

### 1.1. Modelo Central/Sentinela

O modelo Central/Sentinela foi baseado no modelo Publicador/Assinante do protocolo de aplicação MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) desenvolvido pela IBM. Neste modelo existe uma entidade chamada **Central** que possui as diferentes interfaces de comunicação com as quais se comunicará com as demais entidades da rede. [1]

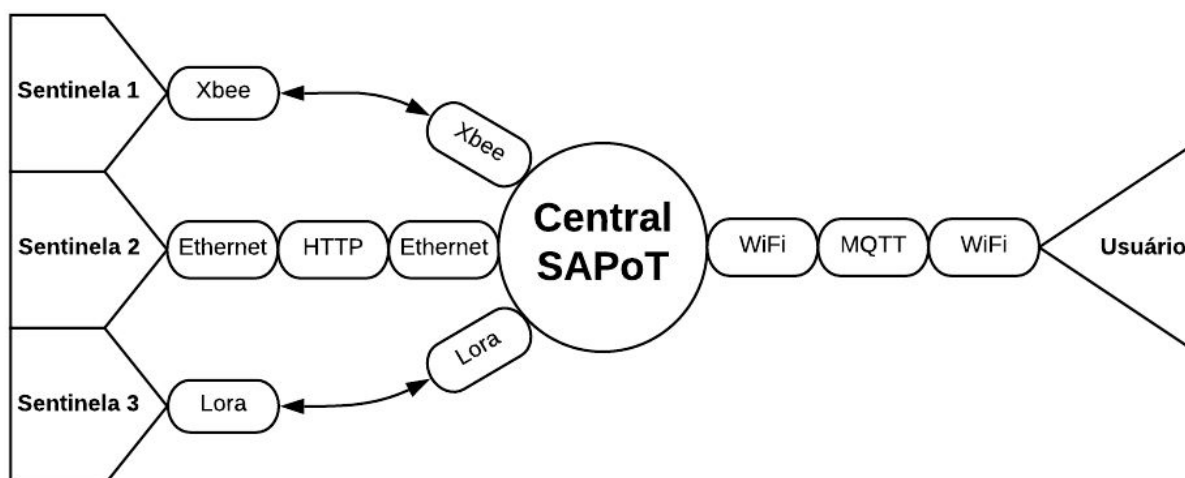


Figura 1.1.0 - Exemplificação de uma rede no modelo Central/Sentinela

De forma semelhante ao MQTT, onde o *Broker* é um servidor que se responsabiliza pela maior carga de processamento e os Clientes apenas recebem e enviam as mensagens. No SAPoT as mensagens são estruturas na origem, porém são processadas e arquivadas na Central, deixando as sentinelas apenas com as rotinas de sensoriamento e atuação.

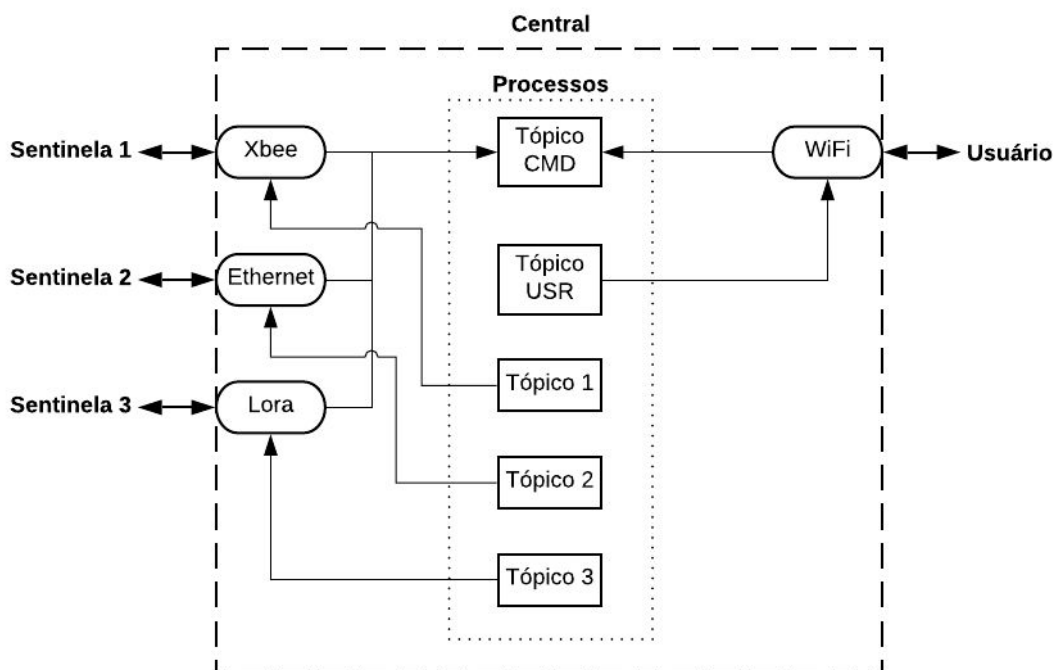


Figura 1.1.1 - Sistema de tópicos e interrupções

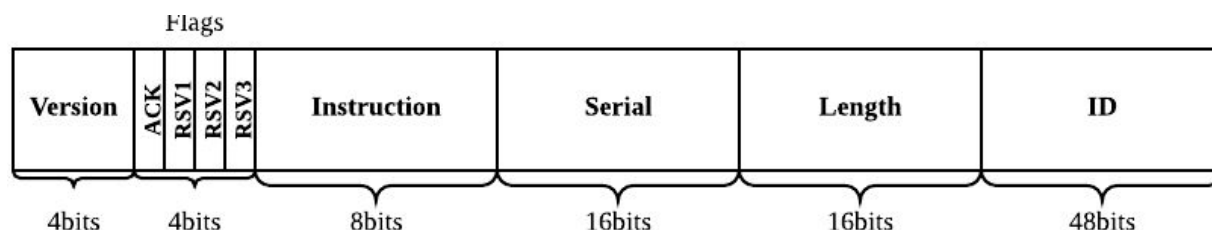
Em um sistema de tópicos, assim como no MQTT, a Central organiza o fluxo de mensagens. Em que, existe um tópico central (Tópico CMD) que recebe todas as mensagens dos clientes (Sentinelas e Usuário) em uma fila FIFO (*First In First Out*). O processo CMD é responsável por interpretar as mensagens e arquivá-las em um banco de dados, além de repassar as instruções para os demais processos. Esses processos configuram os demais tópicos apresentados na figura 1.1.1. Eles são responsáveis por estruturas mensagens de instrução para o controle de sensoriamento e atuação nos Sentinelas, bem como responsável por apresentar as informações solicitadas pelo usuário.

Portanto, uma rede *IoT* que utiliza o modelo Central/Sentinela proveniente do **SAPoT** possui uma máquina Central que funciona como servidor, processando os dados vindos dos clientes Sentinelas e encaminhando os comandos solicitados pelo cliente Usuário. Nas seções seguintes estão detalhadas as informações sobre a estrutura de dados deste protocolo.

## 2. Formatação das Mensagens

Todas as mensagens **SAPoT** possuem um cabeçalho fixo com 12 bytes de comprimento. Alguns tipos de mensagens necessitam de uma carga útil adicional que pode variar de 4 bytes a 256 Mbytes de comprimento. O formato de cada tipo de mensagem está descrito nas seções a seguir.

### 2.1. Cabeçalho Fixo



- **Versão:** 4 bits para indicar em qual versão do protocolo a mensagem foi codificada. (Version)
- **Flags:** 1 bit para indicar mensagens de reconhecimento, 3 bits reservados para uso futuro. (ACK, RSV1, RSV2, RSV3)
- **Instrução:** 1 byte para identificar a natureza da mensagem, de acordo com a tabela a seguir: (Instruction)

Instrução	HEX	Descrição
0	0x00	Registro de um novo cliente
1	0x01	Requisição dos dados de todos os sensores disponíveis
2	0x02	Requisição dos dados de um sensor especificado
3	0x03	Requisição do acionamento de um atuador especificado
4 a 255	-	Reservados para uso futuro

Tabela 2.1.0 - Códigos das instruções

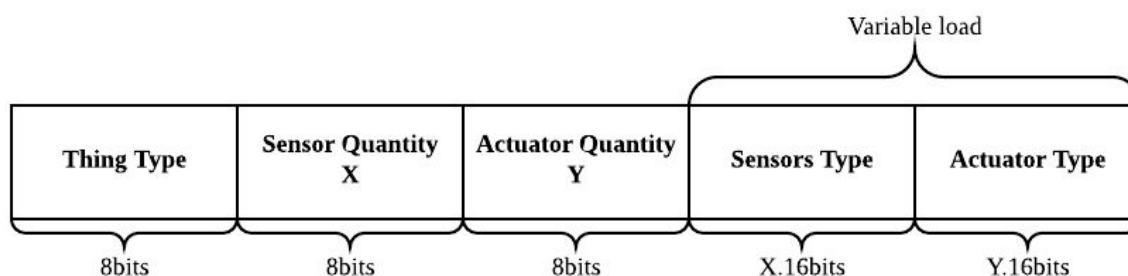
- **Número Serial:** 2 byte para identificar o número de sequência da mensagem. Esse é definido pelo emissor e repetido na mensagem de reconhecimento (ACK). Tem o intuito de coordenar o fluxo de mensagens entre emissor e receptor. (Serial)

- **Tamanho do pacote:** 2 bytes para indicar o comprimento total do pacote a ser emitido. (Length)
- **Identificador:** 6 bytes para identificar o emissor da mensagem. (ID)

## 2.2. Carga Útil

### 2.2.1. Registro de uma novo cliente

Pacote enviado por um novo cliente, recebido pela Central que fará o registro em seu sistema.



- **Tipo da Coisa:** 1 byte Identificador da natureza do cliente, de acordo com a tabela a seguir. (Thing Type)

Coisa	Sigla	Descrição
0	USR	Interface para o usuário
1	SMCAI	Sistema de Monitoramento e Controle em Ambientes Internos
2	SMCAE	Sistema de Monitoramento e Controle em Ambientes Externos
3	SMRE	Sistema de Monitoramento de Rede Elétrica
4	SMRH	Sistema de Monitoramento de Rede Hidráulica
5	SRF	Sistema de Reconhecimento Facial
6 a 255	-	Reservados para uso futuro

Tabela 2.2.1.0 - Código para tipos de Coisas

- **Quantidade de Sensores (X):** 1 byte para representar a quantidade de sensores em operação no cliente. (Sensor Quantity)

- **Quantidade de Atuadores (Y):** 1 byte para representar a quantidade de atuadores em operação no cliente. (Actuator Quantity)
- **Tipo de Sensor:** Vetor variável de acordo com **X**. Possui posições de 2 bytes para representar a natureza de cada sensor em operação no cliente, de acordo com a tabela a seguir. (Sensor Type)

Código	Sigla	Descrição
0x0000	ALL	Referente a todos os sensores
0x0001	TMP	Afere temperatura do ambiente
0x0002	UMD	Afere umidade relativa do ar
0x0003	LUX	Afere a luminosidade em Lux
0x0004	DTP	Detecta presença via reflexão IR
0x0005	CAM	Captura de imagem via câmera
0x0006	VCA	Afere tensão elétrica em CA (Vols)
0x0007	IAC	Afere corrente elétrica alternada (Amperes)
0x0008	PAC	Afere potência em CA (Wats)
0x0009	FP	Afere o fator de potência em CA
0x000A	KWH	Afere consumo energético em CA (KWh)
11 a 65.535	-	Reservado para uso futuro

Tabela 2.2.1.1 - Códigos para os tipos de Sensores

- **Tipo de Atuador:** Vetor variável de acordo com **Y**. Possui posições de 2 bytes para representar a natureza de cada atuador em operação no cliente, de acordo com a tabela a seguir. (Actuator Type)

Código	Sigla	Especificação
0x0000	CAC	Controlador de cargas AC
0x0001	CDC	Controlador de cargas DC
2 a 65.535	-	Reservado para uso futuro

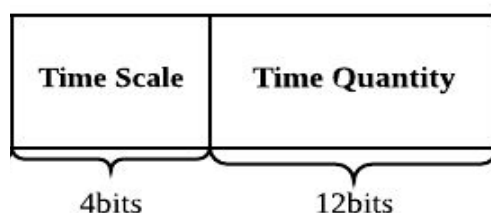
Tabela 2.2.1.2 - Códigos para os tipos de Atuadores

### 2.2.2. Confirmação de registro de uma nova coisa

Pacote de reconhecimento enviado pela Central com o intuito de confirmar o cadastro do cliente, a qual recebe o pacote de confirmação e assim pode iniciar sua operação no sistema Central/Sentinela. No cabeçalho fixo a flag ACK está em alto. Contudo, o payload desse pacote é nulo.

### 2.2.3. Requisição dos dados de todos os sensores

Pacote enviado pela Central e recebido pelo cliente. Tem o intuito de requisitar o vetor de dados de todos os sensores em operação no cliente, além de indicar uma temporização na qual os dados devem ser enviados.



- **Escala de Tempo:** 4 bits para definir em qual escala de tempo os dados devem ser enviados para Central, de acordo com a tabela a seguir.

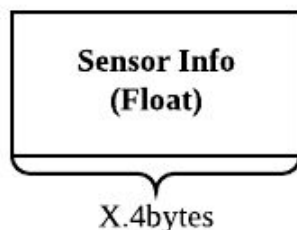
Escala	HEX	Especificação
MILI	0x0	Milisegundos
SEG	0x1	Segundos
MIN	0x2	Minutos
HOUR	0x3	Horas
DAY	0x4	Dias
-	0x5 a 0xF	Livre para configuração

Tabela 2.2.3.0 - Definição de escala de tempo

- **Quantidade de Tempo:** 12 bits associados à escala de tempo para indicar o intervalo de envio de dados para a Central. Esse valor pode variar de 0 a 4096, em que 0 indicará o envio unitário dos dados.

### 2.2.4. Confirmação dos dados de todos os sensores

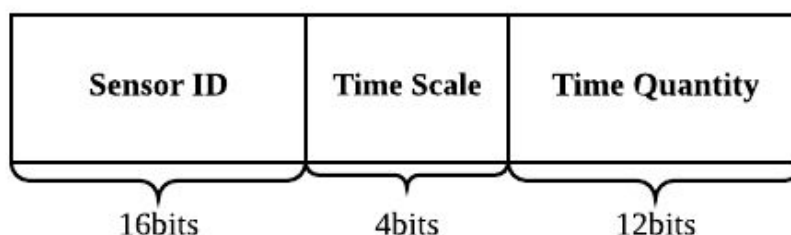
Pacote de reconhecimento enviado pelo cliente e recebido pela Central de acordo com a temporização pré estabelecida no pacote de requisição (vide seção 2.2.3). Em seu cabeçalho fixo a flag ACK está ativada. Em seu payload possui um vetor variável com posições de 4 bytes (Ponto flutuante) que depende da quantidade de sensores em operação no cliente (X).



No vetor, a ordem das informações provenientes dos sensores é definida no pacote de registro (vide seção 2.2.1).

### 2.2.5. Requisição de dados de um sensor especificado

Pacote enviado pela Central e recebido pelo cliente. Tem o intuito de requisitar os dados proveniente de um sensor especificado, que esteja em operação no cliente de acordo com a temporização pré definida. Seu payload possui 4 bytes de comprimento, sendo eles:

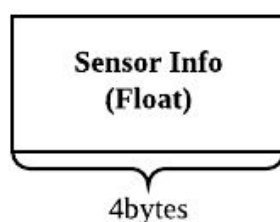


- **Identificador do Sensor:** 2 bytes para identificar qual sensor está sendo requisitado. O tipo do sensor é definido no pacote de registro (vide seção 2.2.1).
- **Escala de Tempo:** 4 bits para definir em qual escala de tempo os dados devem ser enviados para Central, de acordo com a tabela 2.2.3.0.
- **Quantidade de tempo:** 12 bits associados à escala de tempo para indicar o intervalo de envio de dados para a Central. Esse valor pode variar de 0 a 4096, em que 0 indica o envio unitário dos dados.



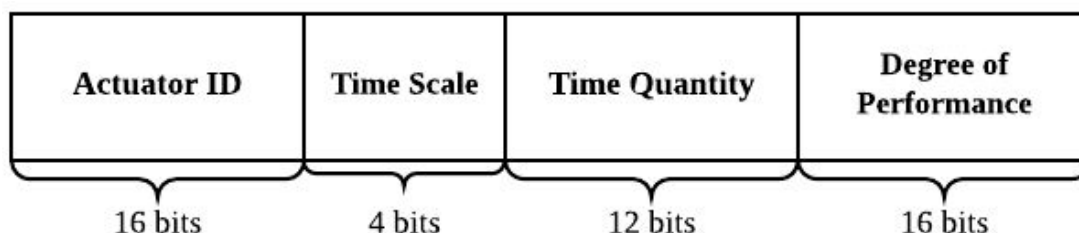
### 2.2.6. Confirmação de dados de um sensor especificado

Pacote de reconhecimento enviado pelo cliente e recebido pela Central de acordo com a temporização pré estabelecida no pacote de requisição (vide seção 2.2.5). Em seu cabeçalho fixo a flag ACK está ativada. Em seu payload possui 4 bytes (Ponto flutuante) para representar os dados provenientes do sensor especificado.



### 2.2.7. Requisição de acionamento

Pacote enviado pela Central e recebido pelo cliente. Tem por objetivo requisitar o acionamento de um atuador, especificando a quantidade de tempo e o grau de atuação. Seu payload possui 6 bytes de comprimento, sendo eles:



- **Identificador do Atuador:** 2 bytes para identificar qual atuador está sendo requisitado. O tipo do atuador é definido no pacote de registro (vide seção 2.2.1). (Actuator ID)
- **Escala de Tempo:** 4 bits para definir em qual escala de tempo o atuador deve permanecer ativado. De acordo com a tabela 2.2.3.0. (Time Scale)
- **Quantidade de tempo:** 12 bits associados à escala de tempo para indicar o intervalo em que o atuador deve permanecer ativado. Esse valor pode variar de 0 a 4096. (Time Quantity)
- **Grau de atuação:** 2 bytes que determinam a potência de atuação. valor que varia de 0 a 65.535. Em que 0 significa 0% de operação e 65.535 significa 100% de operação. Em atuadores binários (Liga ou Desliga), o valor 0 significa desligado e qualquer valor diferente de zero significa ligado.

### **2.2.8. Confirmação do acionamento**

Pacote de reconhecimento enviado do Cliente para Central, ao final do intervalo de atuação definido no pacote de requisição de acionamento (vide seção 2.2.7). Tem o intuito de informar a Central que o acionamento do atuador foi realizado com sucesso. Em seu cabeçalho fixo a flag ACK está ativada. Contudo, seu payload é nulo.

### **Referências:**

[1] Eurotech; IBM. Protocol Specification, MQTT v3.1. 2010. (Disponível em: <http://mqtt.org/documentation>)