

Universidade Federal de Minas Gerais  
Instituto de Ciências Exatas  
Departamento de Ciência da Computação  
Internet das Coisas  
Professor José Marcos Silva Nogueira  
Trabalho Prático 2

## Redes de Sensores Sem Fio

# Protocolo de Comunicação – Formato das Mensagens

## Release 2

(Documento de padronização do formato das mensagens trocadas entre os components da rede de sensores sem fio.

As definições foram feitas pelos alunos em sala de aula dia 12/05/2016.

O relator e responsável por este documento foi o aluno Vitor Guilherme Ribeiro Lopes)

Belo Horizonte \_ MG  
Maio de 2016

# Sumário

<b>1</b>	<b>Capítulo Único</b>	<b>2</b>
1.1	Introdução . . . . .	2
1.2	Objetivo do Documento . . . . .	2
1.3	Endereços dos Nós Sensores . . . . .	3
1.4	Formato das Mensagens . . . . .	3
1.4.1	Cabeçalho da Mensagem . . . . .	3
1.4.2	Corpo da Mensagem . . . . .	4
1.4.2.1	Cabeçalho da Camada de Aplicação . . . . .	4
1.4.2.2	Corpo da Camada de Aplicação . . . . .	5
1.4.2.3	Dados Extras . . . . .	6
1.4.3	Formato das Mensagens – Resumo . . . . .	6
1.5	Conclusão . . . . .	6

# Capítulo 1

## Capítulo Único

### 1.1 Introdução

O objetivo deste trabalho prático é o estudo e aprendizado da programação e configuração de nós de redes de sensores sem fio. Para isso, deverá ser desenvolvido um sistema computacional para redes de sensores que inclui uma aplicação de consulta e disseminação de dados, um mecanismo de roteamento de dados em uma aplicação de tratamento e visualização de dados coletados.

O sistema consiste de uma estação base no papel de nó sorvedouro (sink node), provida de uma interface de envio de comandos e recepção de respostas e uma interface de visualização de resultados e uma rede de sensores sem fio que executa um algoritmo de descoberta de topologia e roteamento, recebe e e dissemina comandos, coleta e envia dados para o sorvedouro.

As grandezas a serem coletadas pelos sensores serão temperatura e luminosidade ambiente. Outras grandezas podem ser coletadas adicionalmente, tais como umidade, localização (GPS) e pressão atmosférica, dependendo das capacidades dos nós sensores.

Um comando de coleta ou leitura de dados emitido pelo usuário da estação base ou gerado automaticamente pela mesma deve ser disseminado a todos os nós sensores da rede. Coletas feitas por um nó sensor devem ser enviadas para a estação base.

### 1.2 Objetivo do Documento

Este documento foi criado em consenso com os alunos da disciplina de Internet das Coisas nas aulas ministradas nos dias 12/05/2016 e 17/05/2016 e tem como objetivo formalizar o formato dos endereços e do conteúdo das mensagens que serão trocadas dentro da rede de sensores sem fio.

Esta padronização visa possibilitar a comunicação entre nós sensores de grupos diferentes dentro da mesma rede.

## 1.3 Endereços dos Nós Sensores

Para o endereçamento de cada nó sensor, será utilizado o modelo de endereçamento já pré-existente na plataforma do sistema operacional TinyOS, sendo 2 Bytes, variando do inteiro 0 a 65535.

Cada grupo deve ser capaz de utilizar os módulos e componentes responsáveis pelas trocas de mensagens com o endereçamento padrão do TinyOS.

Além disso, cada grupo receberá uma faixa de endereços que poderá ser usada livremente para identificar seus respectivos nós sensores onde estes endereços não poderão se repetir.

As faixas de endereços foram definidas da seguinte maneira:

- Grupo 1: do inteiro 0 ao 8.191
- Grupo 2: do inteiro 8.192 ao 16.383
- Grupo 3: do inteiro 16.384 ao 24.575
- Grupo 4: do inteiro 24.576 ao 32.767
- Grupo 5: do inteiro 32.768 ao 40.959
- Grupo 6: do inteiro 40.960 ao 49.151
- Grupo 7: do inteiro 49.152 ao 57.343
- Grupo 8: do inteiro 57.344 ao 65.534

O endereço  $65535_{dec}(FFFF_{hex})$  é reservado no TinyOS e será usado para identificar mensagens que deverão ser recebidas e interpretadas por todos os nós sensores presentes na topologia da rede (broadcasting).

## 1.4 Formato das Mensagens

O sistema TinyOS provê mensagens divididas em cabeçalho (header) e corpo (payload), com tamanho máximo de 28 bytes. O cabeçalho é responsável por transmitir informações referentes à camada de rede e o corpo é responsável por informações da camada de aplicação.

Cabeçalho da Mensagem	Corpo da Mensagem – 28 Bytes
-----------------------	------------------------------

Tabela 1.1: Formato das mensagens

### 1.4.1 Cabeçalho da Mensagem

O cabeçalho possui diversas informações de controle da camada de rede que serão utilizadas na troca, interpretação e processamento de cada mensagem.

Iremos utilizar o campo de tipo da mensagem (*type*) e os campos de endereçamento de origem e destino.

O formato do cabeçalho da camada de rede será:

Cabeçalho da Mensagem		
Tipo da Mensagem	Endereço de Origem	Endereço de Destino
1 Byte	2 Bytes	2 Bytes

Tabela 1.2: Formato do cabeçalho da camada de rede – 5 Bytes

Os campos presentes na Tabela 1.2 possuem os seguintes propósitos:

- **Tipo da Mensagem – 1 Byte:** As mensagens podem ser de dois tipos – pergunta ou resposta. A pergunta é feita pela estação sorvedouro e deve ser entregue ao sensor do endereço de destino ou, em caso de broadcasting, a todos os nós sensores presentes na rede. A resposta é dada pelo sensor destino da pergunta ou, em caso de broadcasting, por todos os sensores presentes na rede. Cada pergunta deve ser responsável por ativar uma resposta. A resposta contém informações mínimas de temperatura e luminosidade e, para aqueles sensores que forem capazes de fornecer demais informações, estas também podem estar presentes. Será usado o campo *type* presente nas mensagens do TinyOS e seus valores serão definidos como o inteiro  $240_{dec}(F0_{hex})$  para identificar uma pergunta e o inteiro  $15_{dec}(0F_{hex})$  para identificar uma resposta. Estes valores foram escolhidos com o objetivo de serem mais imunes a quaisquer ruídos presentes na transmissão.
- **Endereço de Origem – 2 Bytes:** Seguirá o padrão discutido na Seção 1.3.
- **Endereço de Destino – 2 Bytes:** Seguirá o padrão discutido na Seção 1.3.

### 1.4.2 Corpo da Mensagem

Iremos dividir o corpo da mensagem em duas partes: cabeçalho da camada de aplicação e corpo da camada de aplicação.

Corpo da Mensagem – 28 Bytes	
Cabeçalho da Camada de Aplicação	Corpo da Camada de Aplicação
4 Bytes	24 Bytes

Tabela 1.3: Corpo da mensagem

#### 1.4.2.1 Cabeçalho da Camada de Aplicação

O cabeçalho da camada de aplicação será usado para transmitir o identificador de cada mensagem trocada e o seu tamanho.

O formato do cabeçalho da camada de aplicação será:

Cabeçalho da Camada de Aplicação	
Identificador da Mensagem	Tamanho do Corpo
2 Bytes	2 Bytes

Tabela 1.4: Formato do cabeçalho da camada de aplicação – 4 Bytes

Os campos presentes na Tabela 1.4 possuem os seguintes propósitos:

- **Identificador da Mensagem – 2 Bytes:** Algumas mensagens podem estar trafegando simultaneamente na rede. Afim de identificar mensagens distintas, será usado um identificador para a mensagem que pode variar de 0 a 65535. Cada pergunta é identificada por este campo assim como a resposta àquela pergunta receberá o mesmo identificador, alterando apenas o tipo da mensagem ( $240_{dec}(F0_{hex})$  para pergunta, e  $15_{dec}(0F_{hex})$  para resposta.). Quando o valor máximo for atingido, este identificador deverá ser reiniciado.
- **Tamanho do Corpo – 4 Bytes:** apresenta a quantidade de informações presentes no corpo da mensagem. Seu valor pode variar de 2 (quando somente temperatura e luminosidade estiverem presentes) a 7 (quando, além destes, demais informações estiverem presentes).

#### 1.4.2.2 Corpo da Camada de Aplicação

O corpo da camada de aplicação é responsável por armazenar informações medidas em cada nó sensor.

As informações mínimas lidas são temperatura e luminosidade, ou seja, a presença destas informações se faz obrigatória entre as mensagens.

Além disso, um nó sensor pode ser capaz de ler informações adicionais, como umidade, localização e pressão atmosférica, entre outras. Estas informações podem ser enviadas através dos campos de dados extra presente no corpo da camada de aplicação.

O formato do corpo da camada de aplicação será:

Corpo da Camada de Aplicação						
Temperatura	Luminosidade	Dados Extra 1	Dados Extra 2	Dados Extra 3	Dados Extra 4	Dados Extra 5
2 Bytes	2 Bytes	4 Bytes	4 Bytes	4 Bytes	4 Bytes	4 Bytes

Tabela 1.5: Formato do corpo da camada de aplicação – 24 Bytes

Os campos presentes na Tabela 1.5 possuem os seguintes propósitos:

- **Temperatura – 2 Bytes:** apresenta o valor da temperatura medido pelo nó sensor.
- **Luminosidade – 2 Bytes:** apresenta o valor da luminosidade medido pelo nó sensor.

- **Dados Extra – 4 Bytes:** campos extras destinados a carregar as demais informações providas pelo nó sensor (umidade, localização e pressão atmosférica, por exemplo).

#### 1.4.2.3 Dados Extras

A implementação para a transmissão dos dados extras ficará a cargo de cada grupo, sendo que seu respectivo sorvedouro deve estar apto a interpretá-las.

Sorvedouros de outros grupos que não possuem estas funcionalidades devem estar aptos a receber as informações mínimas necessárias (temperatura e luminosidade) e interpretá-las.

O grupo que implementar a transmissão dos dados extras devem fazê-lo de forma proprietária, definindo a sequência em que estes dados serão disponibilizados entre os campos “Dados Extra 1” e “Dados Extra 5”.

### 1.4.3 Formato das Mensagens – Resumo

Para efeito de maior clareza, a Tabela 1.6 apresenta a compilação de todas as informações discutidas nas subseções 1.4.1 e 1.4.2.

Cabeçalho da Mensagem			Corpo da Mensagem – 28 Bytes				
Tipo da Mensagem	Endereço de Origem	Endereço de Destino	Cabeçalho da Camada de Aplicação		Corpo da Camada de Aplicação		
1 Byte	2 Bytes	2 Bytes	4 Bytes		24 Bytes		
			Identificador da Mensagem	Tamanho do Corpo	Temperatura	Luminosidade	Dados Extra
			2 Bytes	2 Bytes	2 Bytes	2 Bytes	20 Bytes

Tabela 1.6: Resumo do formato das mensagens

## 1.5 Conclusão

Espera-se que este documento seja útil para padronizar as trocas de informações entre os nós sensores e que a comunicação obtenha sucesso nas apresentações em sala de aula.