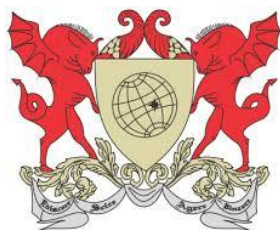




Pingo D'água: ICMP para Internet das Coisas Aquáticas

Francisco H. M. B. Lima, **Luiz F. M. Vieira**, Marcos A. M. Vieira, Alex B. Vieira, José Augusto M. Nacif

{francisco.lima, lfvieira, mmvieira}@dcc.ufmg.br
alex.borges@ufjf.edu.br, jnacif@ufv.br



Redes sem fio Aquáticas

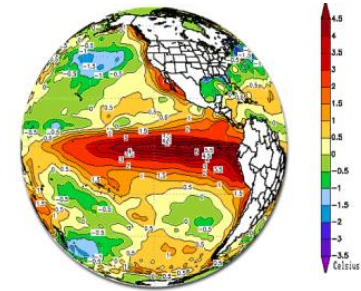
- Aplicações:



Oceanografia



Biologia Marinha



Monitoramento do planeta



Desastres ambientais



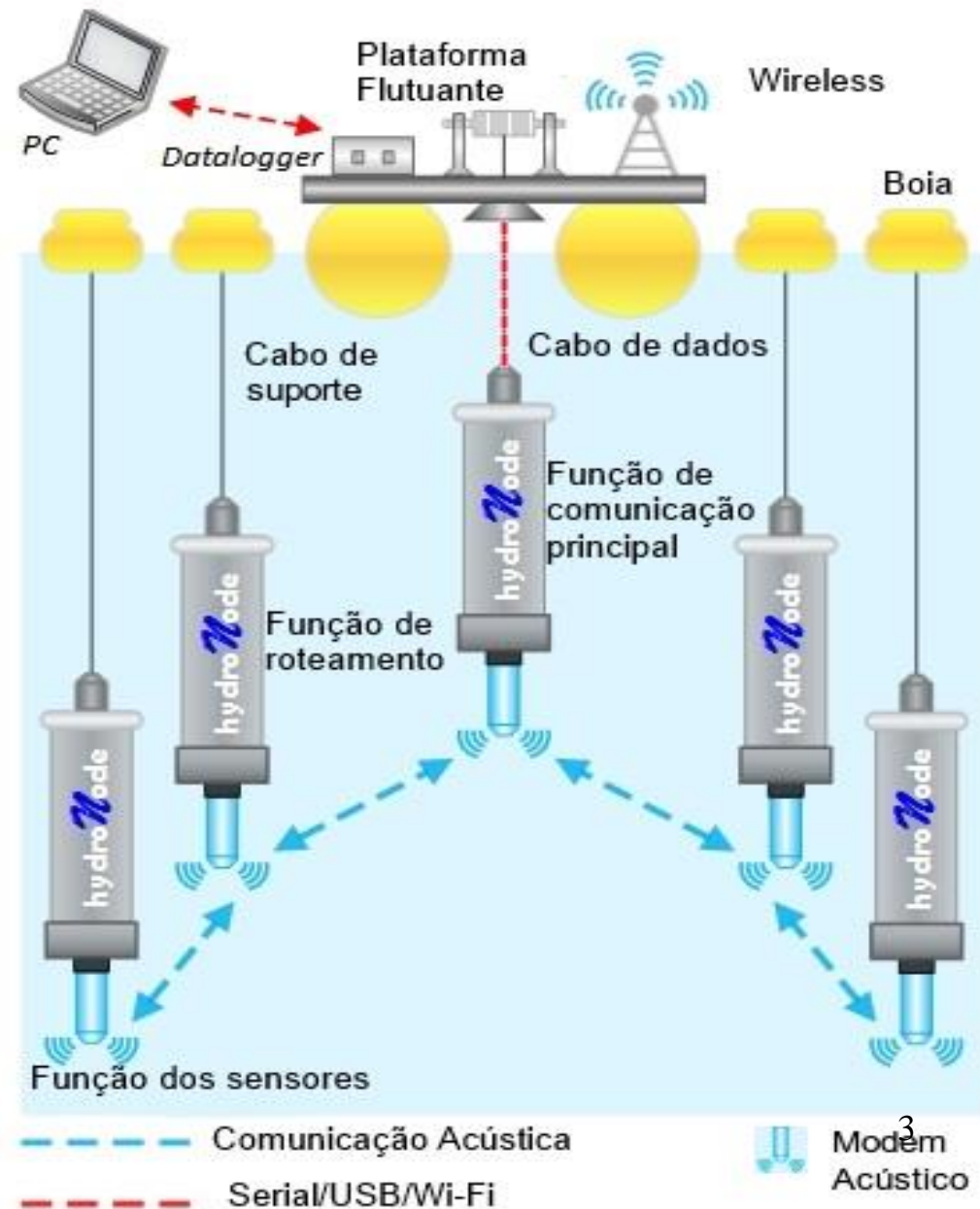
Aferir qualidade da água



Plataformas de petróleo

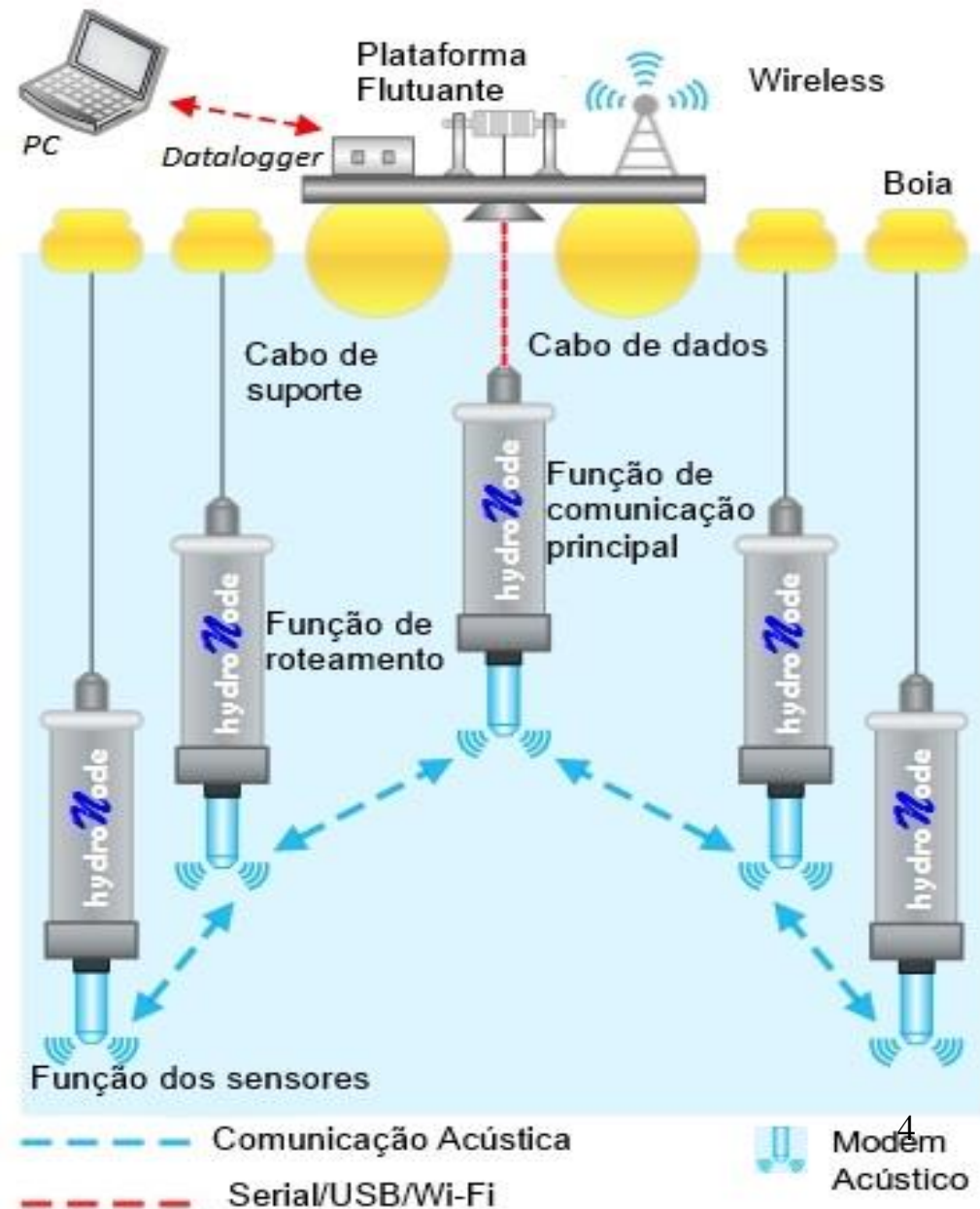
Redes sem fio Aquáticas

- Características:
 - Comunicação pelo canal acústico
 - Pequena largura de banda
 - Alta latência (velocidade do som na água)
 - Alta taxa de erro



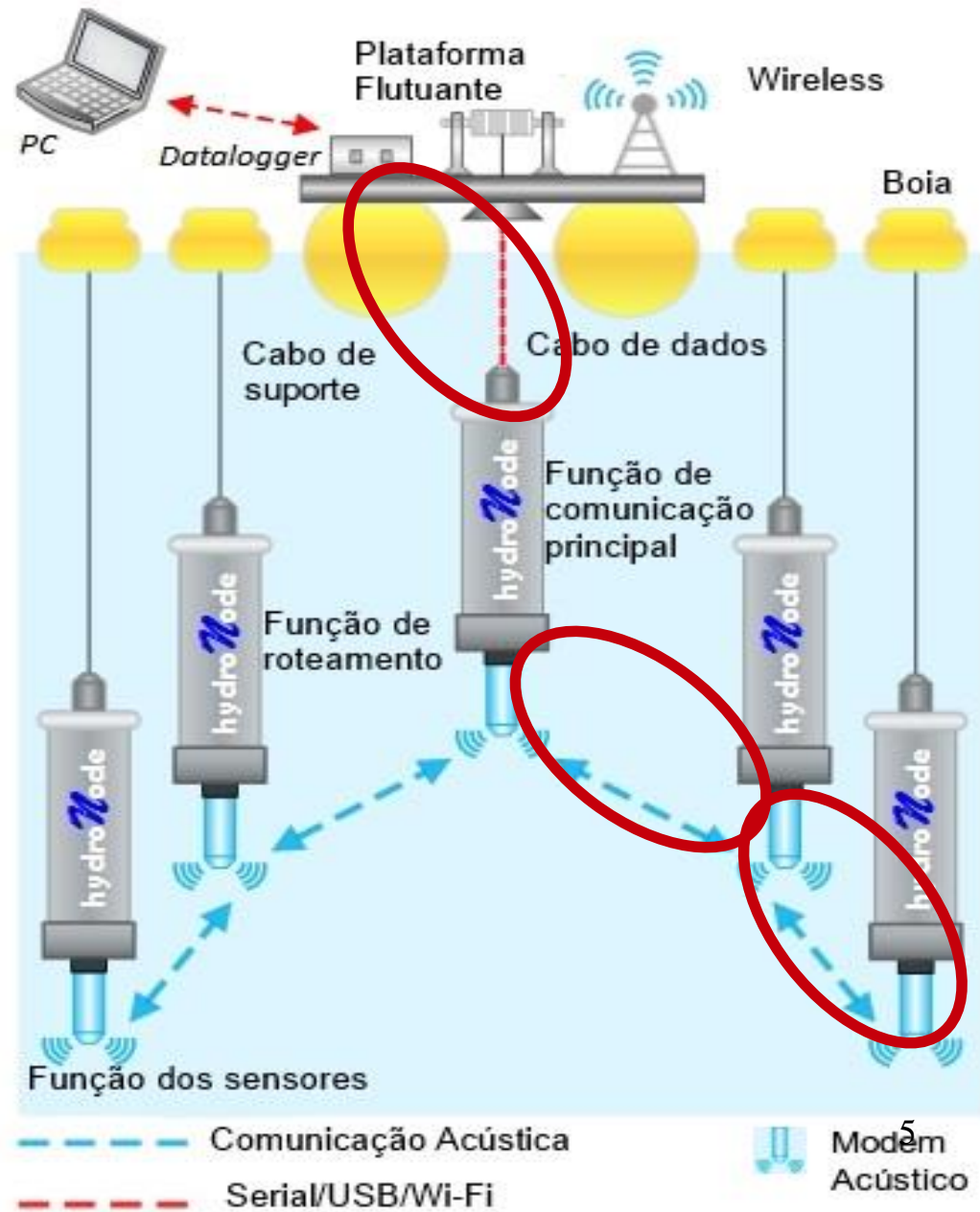
Redes sem fio Aquáticas

- Características:
 - Nós sensores computacionalmente limitados
 - Limitação energética
 - Difícil acesso e manutenção



Redes sem fio Aquáticas

- Características:
 - Mensagens curtas;
 - Baixa circulação de mensagens;

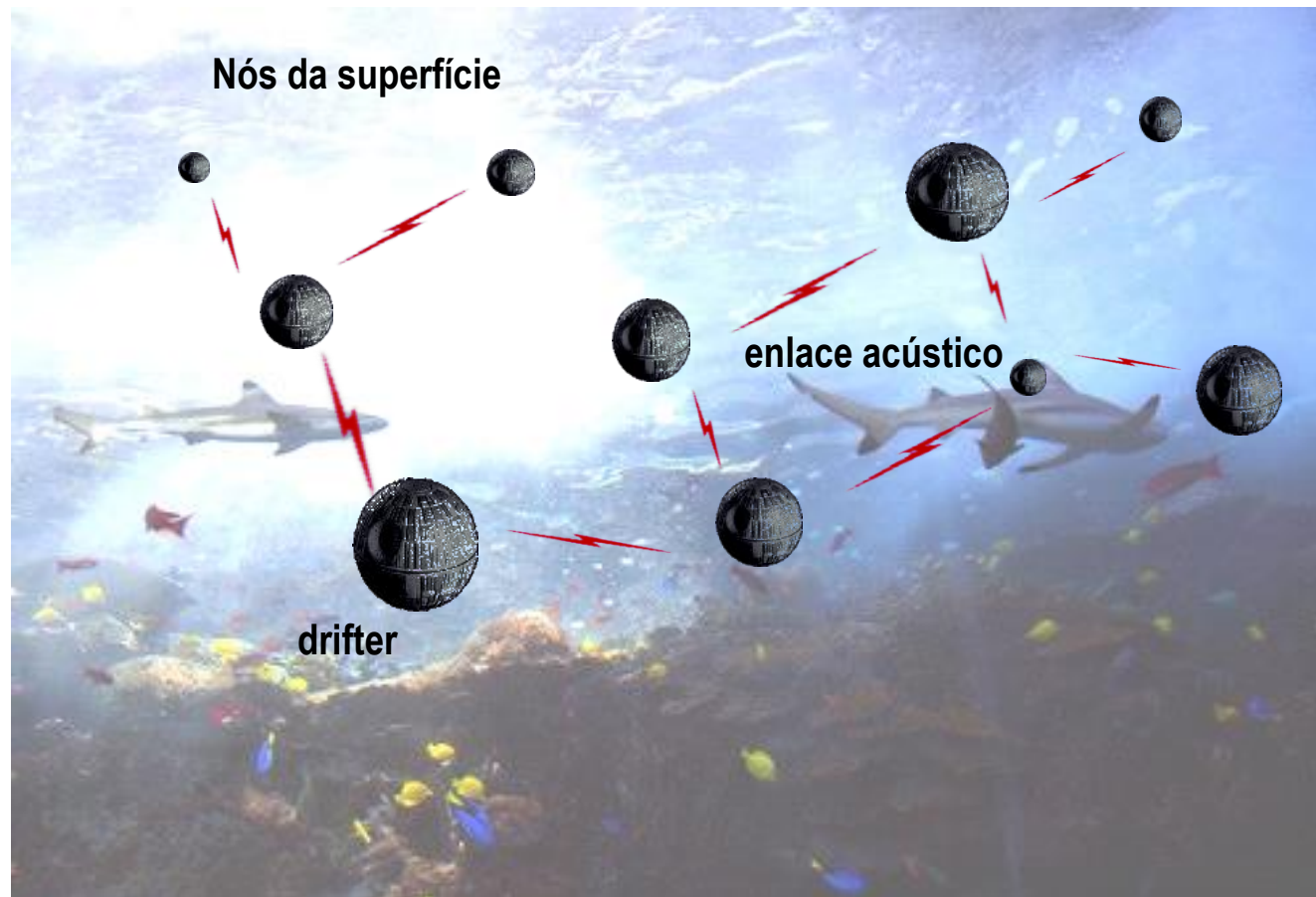


Proposta

- Compressão para mensagens do protocolo ICMP
 - Inspirada no 6LowPAN
 - Baseia-se em valores comuns para campos da mensagem;
 - Foco no comando *Ping*
 - Detectar o funcionamento de dispositivos

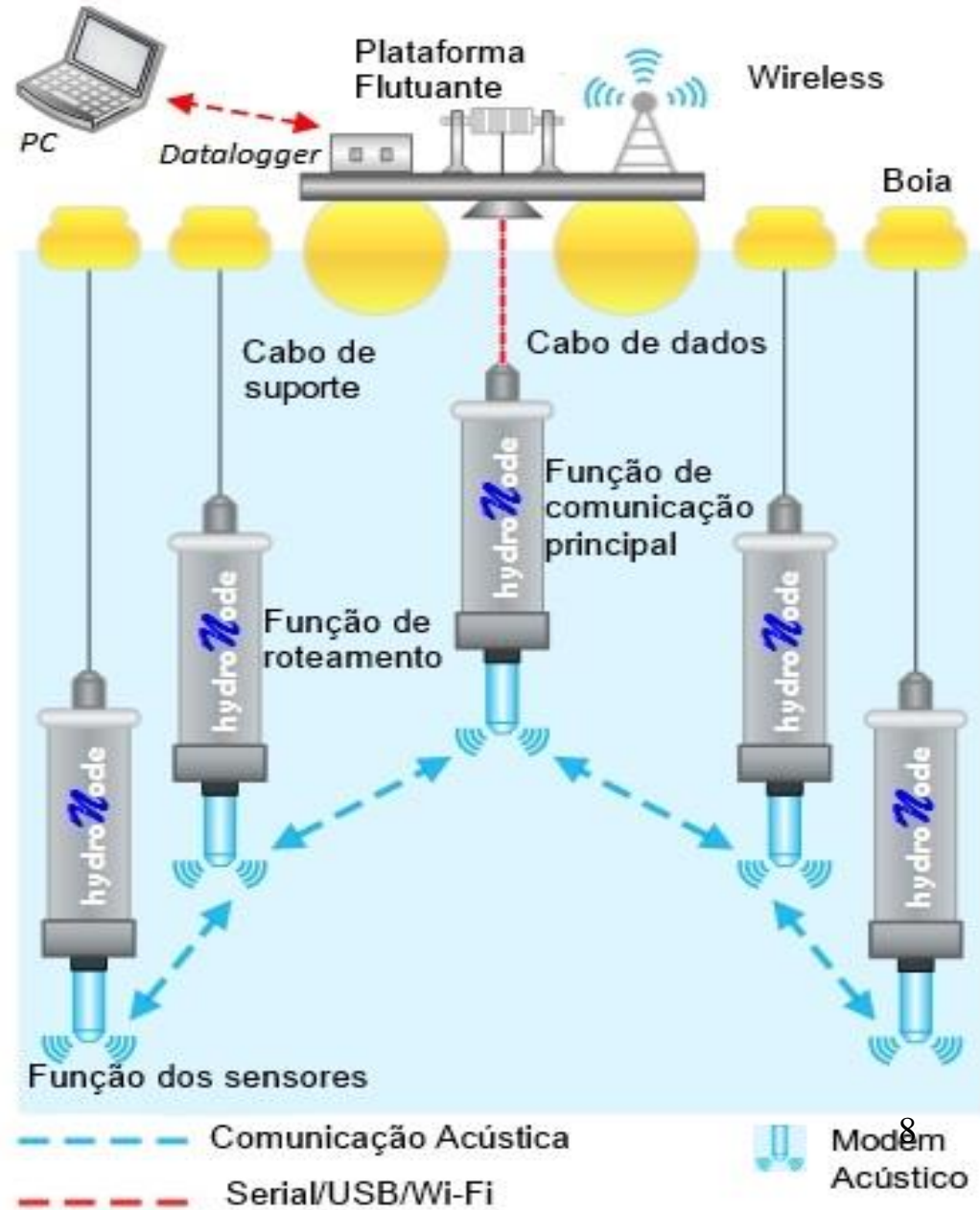
Motivação

- Passo importante para alcançar a Internet das Coisas Aquáticas (IdCA ou IoUT).



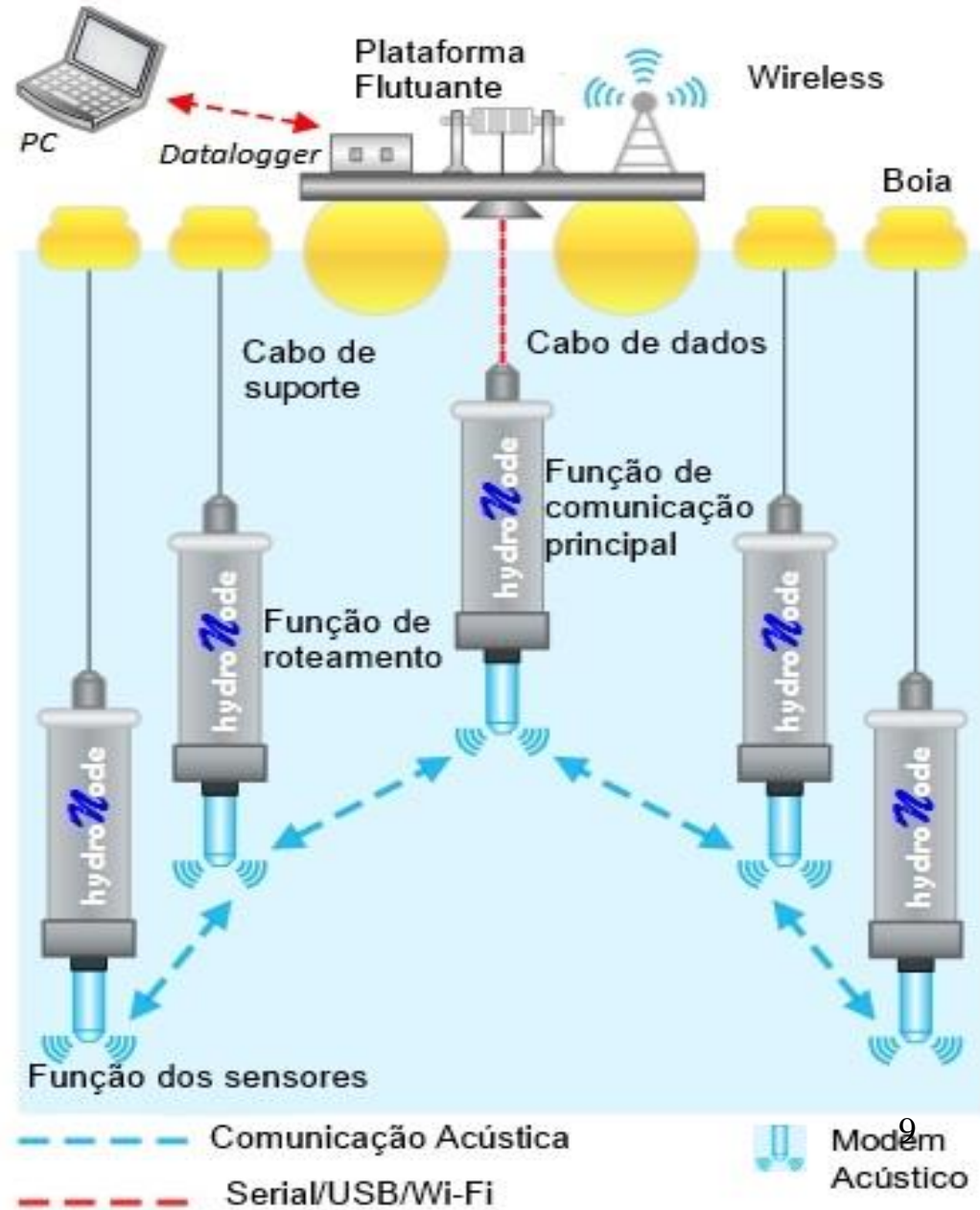
Metodologia

- Cenário:
 - Usuário na Internet envia um ping ao dispositivo aquático



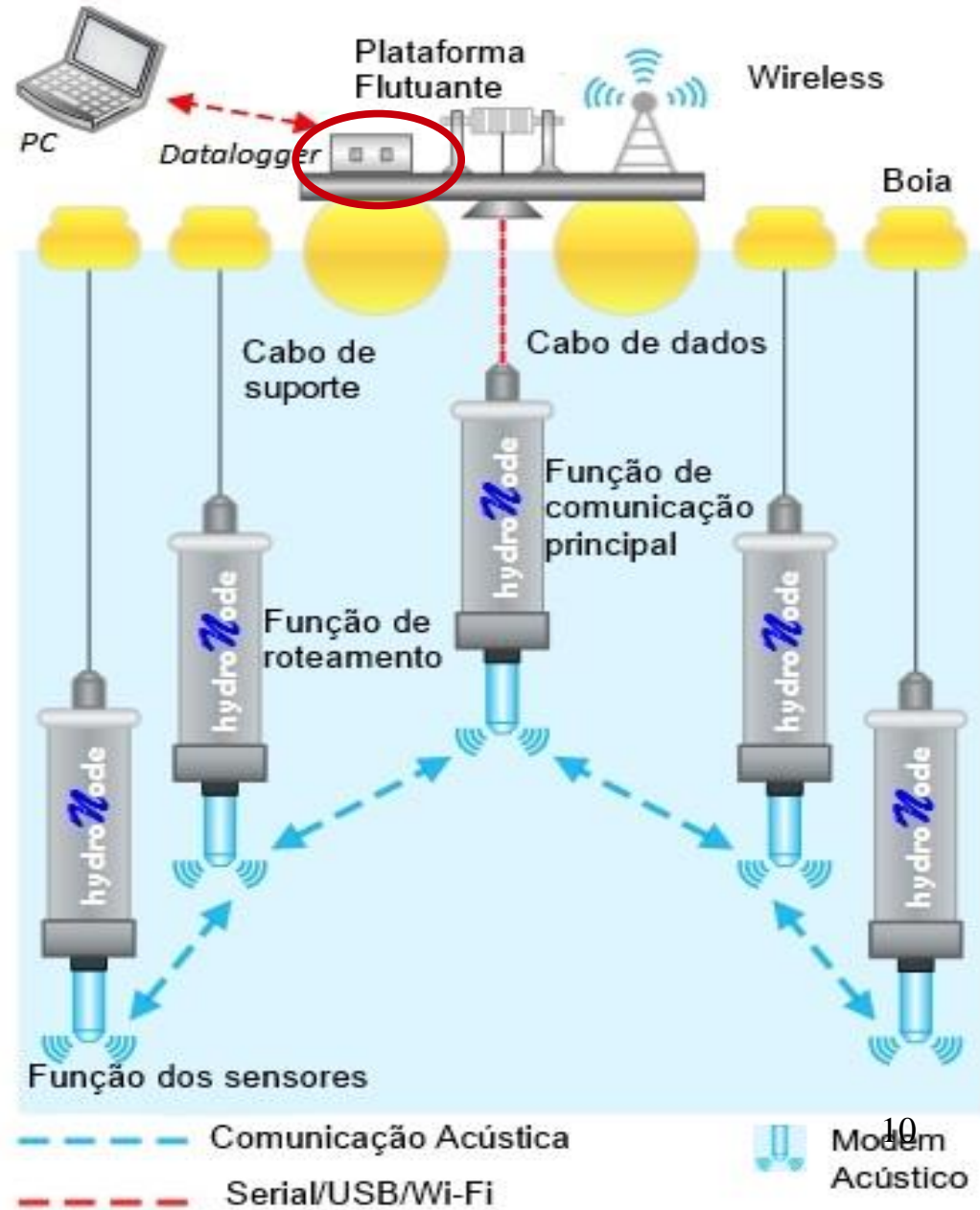
Metodologia

- Cenário:
 - Usuário na Internet envia um ping ao dispositivo aquático
 - Computador recebe e encaminha à rede aquática (*ICMPforwarder*)



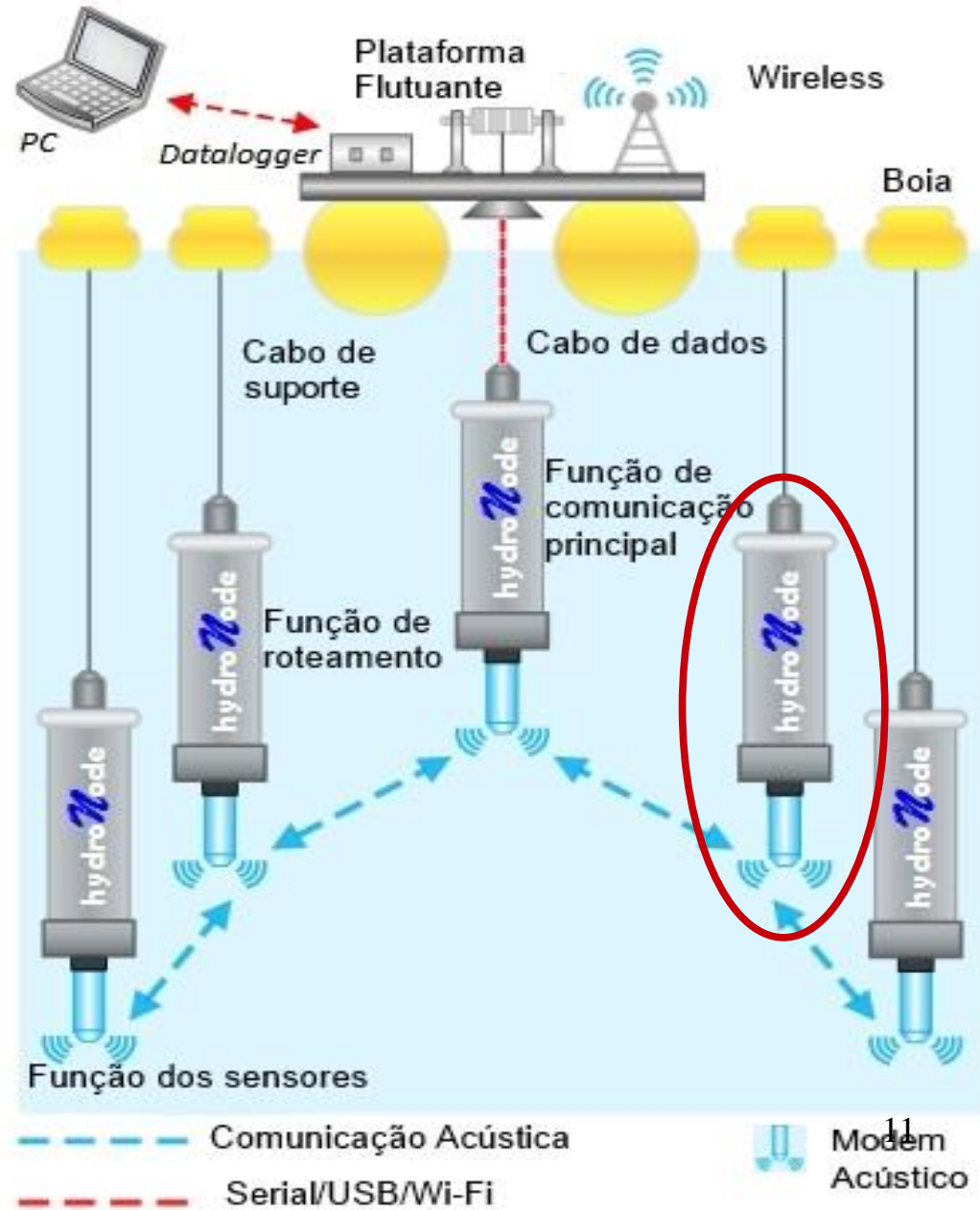
Metodologia

- Cenário:
 - Dispositivo na superfície (Datalogger – *gateway*) realiza a compressão



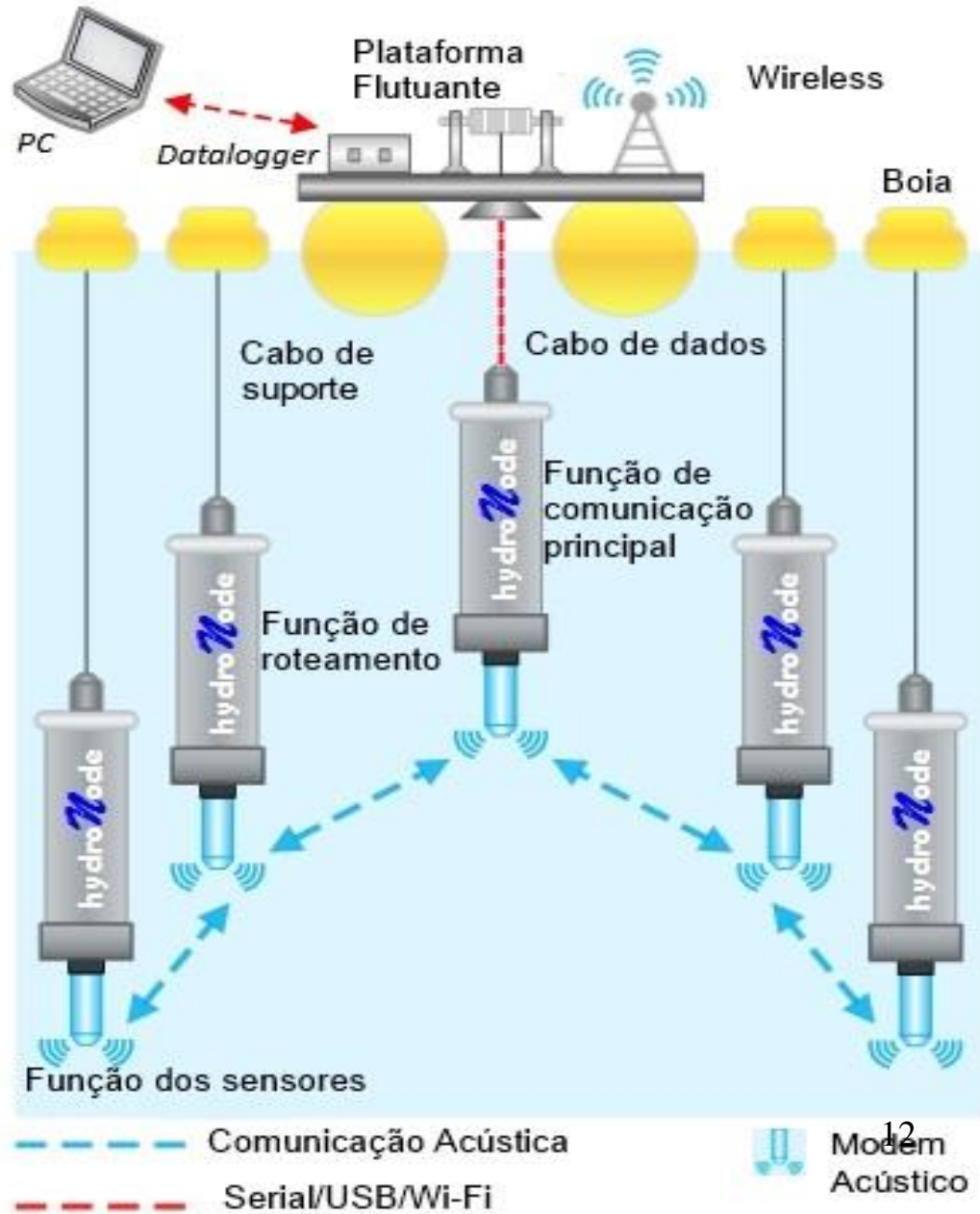
Metodologia

- Cenário:
 - Dispositivo na superfície (Datalogger – *gateway*) realiza a compressão
 - Envia para o dispositivo destinatário



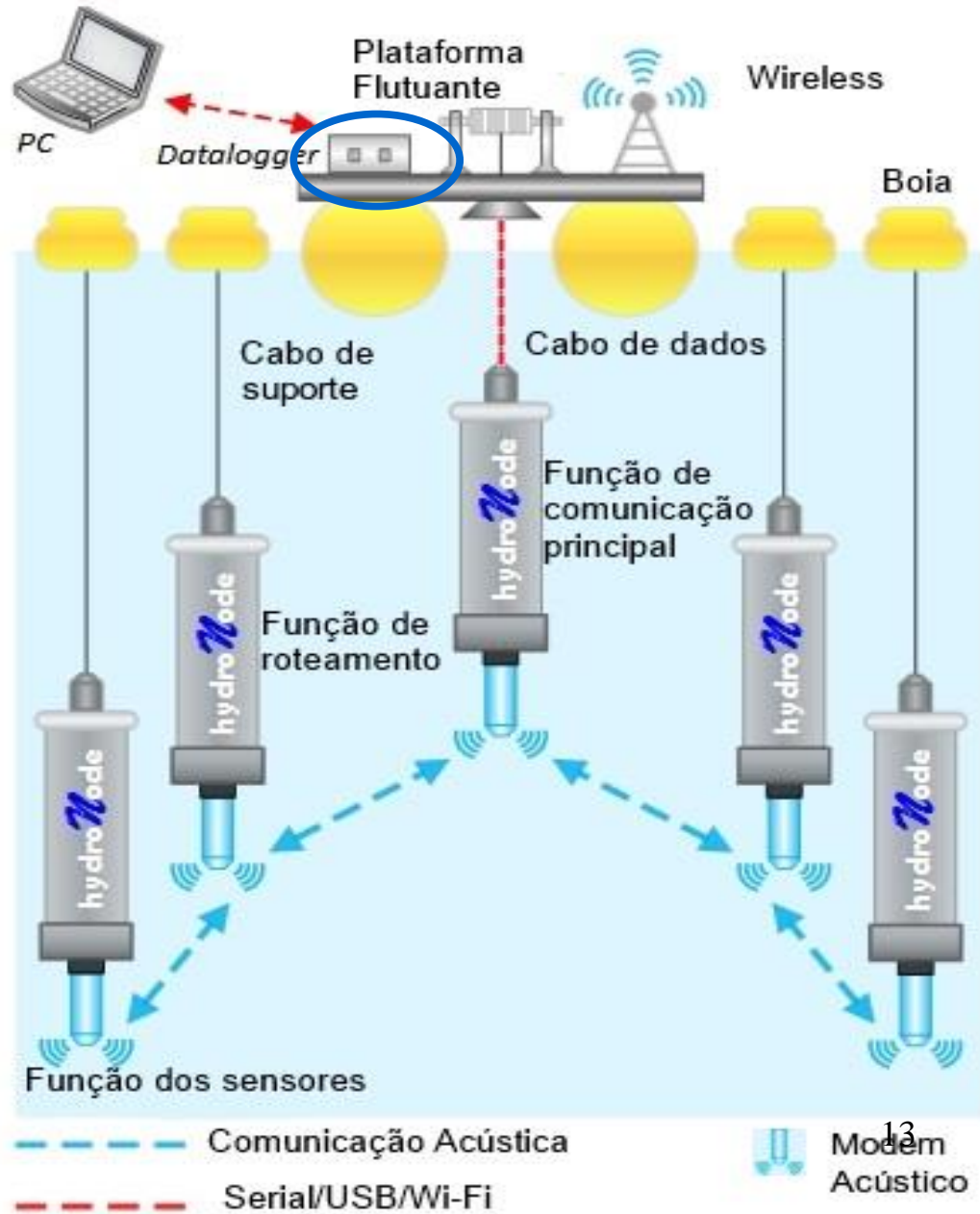
Metodologia

- Cenário:
 - O destinatário recebe e responde (*pong*)



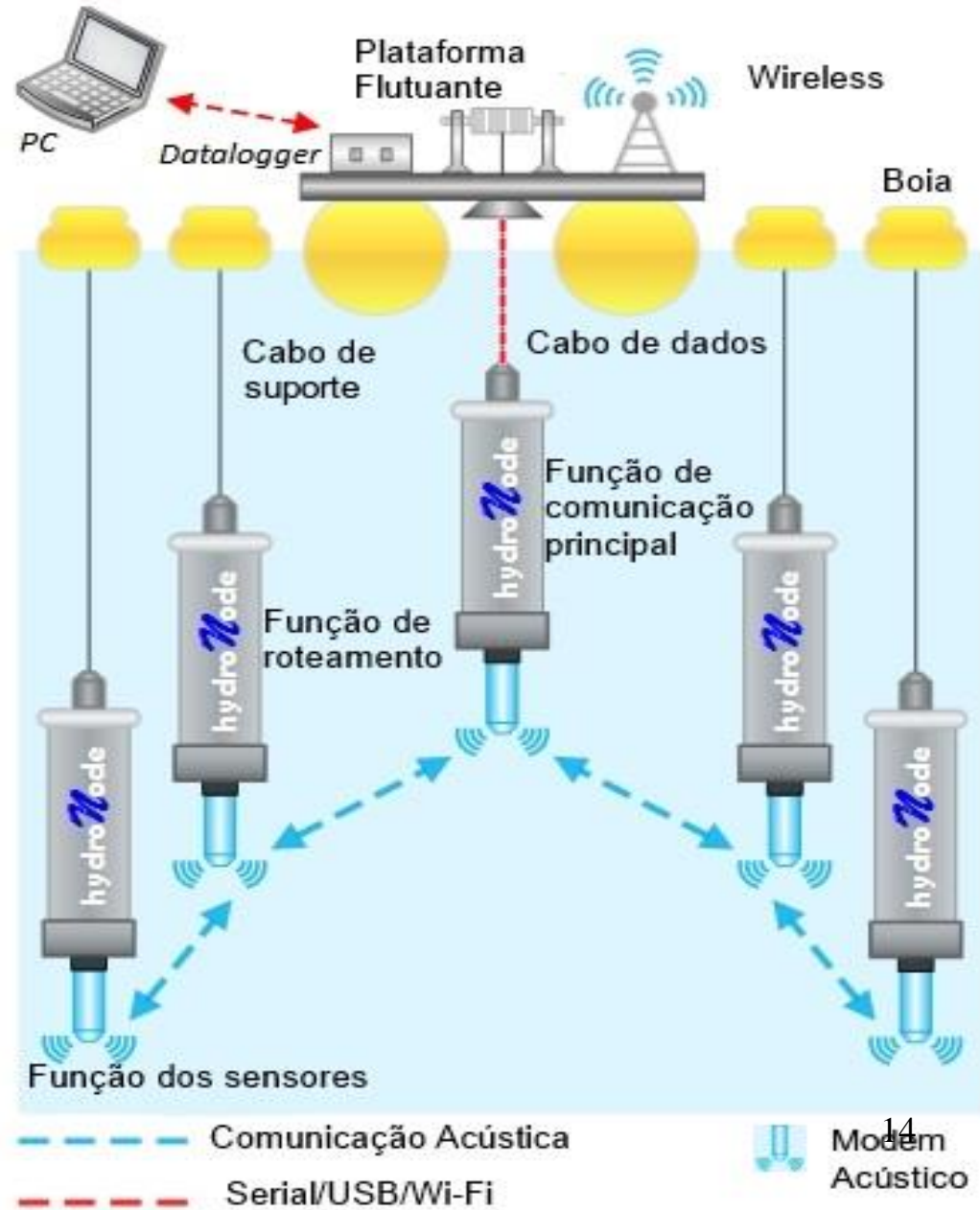
Metodologia

- Cenário:
 - O destinatário recebe e responde (*pong*)
 - *Gateway* descomprime a resposta



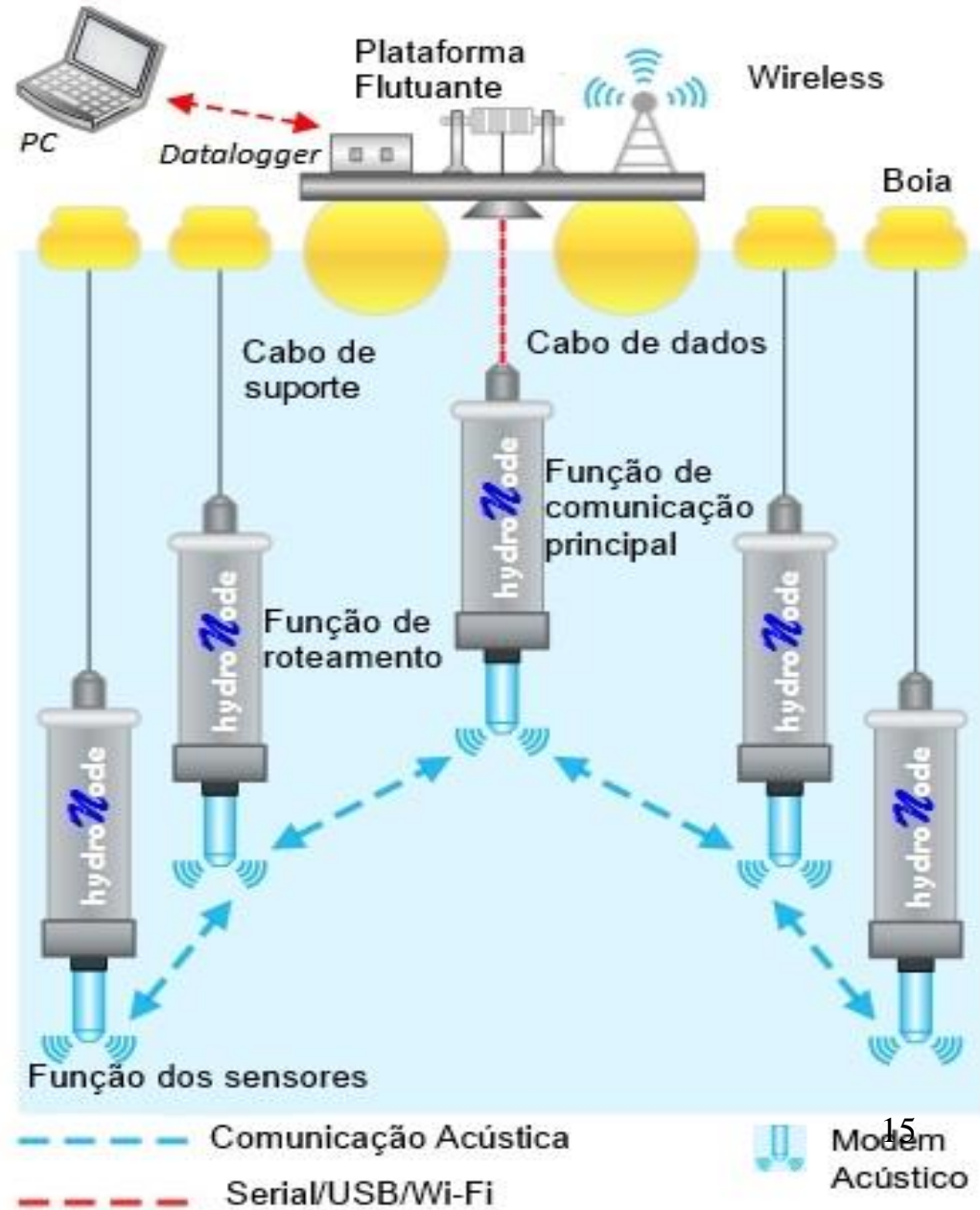
Metodologia

- Cenário:
 - Resposta enviada ao Computador



Metodologia

- Cenário:
 - Resposta enviada ao Computador
 - Computador encaminha a resposta ao remetente do Ping.
(*ICMPforwarder*)



Metodologia

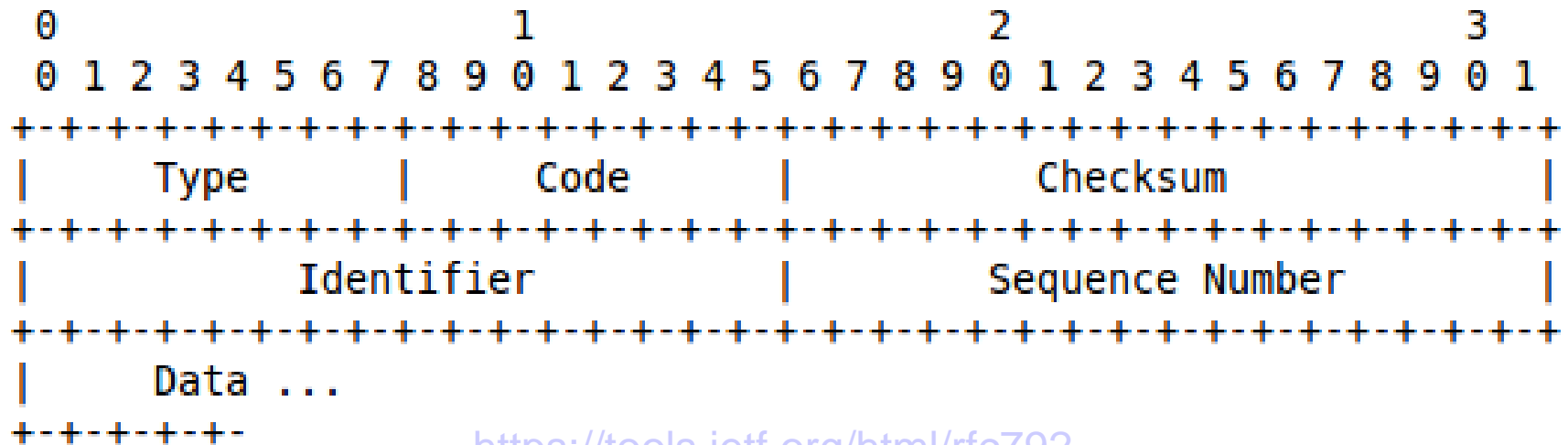
- Compressão (valores comuns):
 - **Type:** 8 bits → 2 bits
 - *Echo Request* → 01
 - *Echo Reply* → 00
 - *Destination Unreachable* → 10
 - Outro valor → 11.
 - **Code:** 8 bits → 1 bit
 - Sempre 0 para o Ping e “No route to Destination” para *Destination Unreachable* → 0;
 - Outro valor → 1

Metodologia

- Compressão:
 - *Checksum*: 16 bits → 8 bits;
 - Soma em complemento de 1.
 - *Identifier*: 16 bits → 8 bits;
 - Necessário realizar um mapeamento de identificadores no momento da compressão.
 - *Sequence Number*: 16 bits → 5 bits;
 - *Payload*: ~56 bytes → 1 byte;
- **Compressão Total: ~60 bytes**

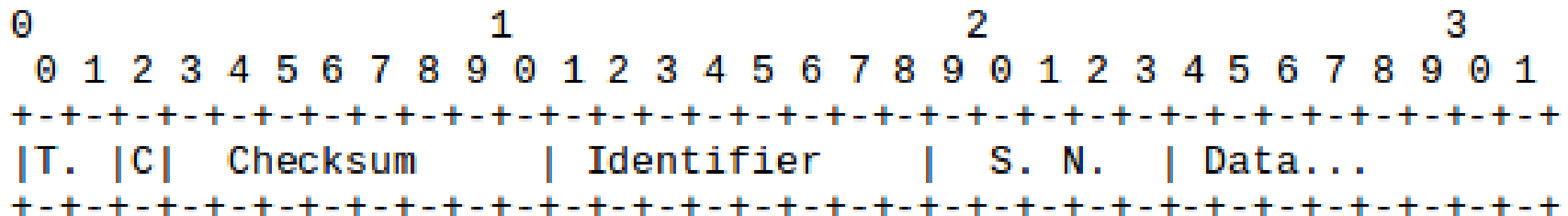
Cabeçalho ICMP

Padrão:



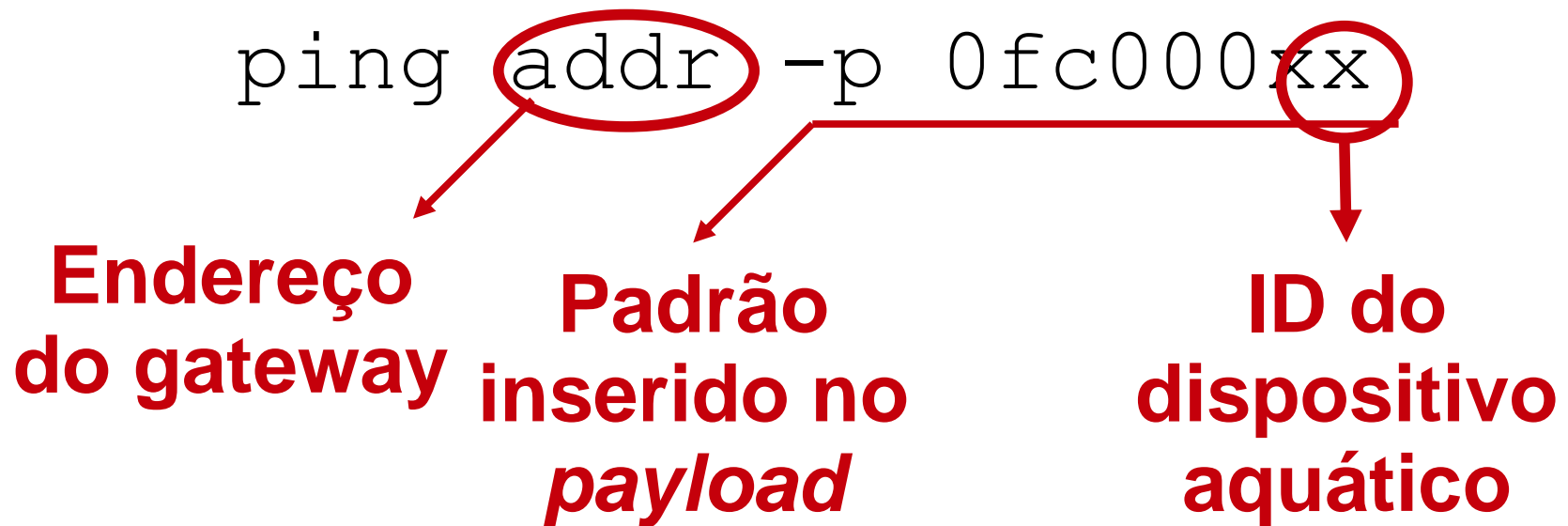
<https://tools.ietf.org/html/rfc792>

Comprimido:



Ping Aquático

- Execução de um Ping Aquático:



Demonstração

Enviar apenas
1 ping



- Execução do Ping em um Computador:

```
eufrates:~> ping belohorizonte.lecom.dcc.ufmg.br -c 1  
PING belohorizonte.lecom.dcc.ufmg.br (150.164.2.83) 56(84) bytes of data.
```

```
--- belohorizonte.lecom.dcc.ufmg.br ping statistics ---  
1 packets transmitted, 0 received, 100% packet loss, time 0ms
```

- Ping recebido e não redirecionado (*ICMPforwarder*):

```
Listening...
```

```
===4: ICMP - Received ===
```

```
0: 45 0 0 54 83 29 40 0 3f 1 82 bf 96 a4 6 25
```

```
10: 96 a4 2 53 8 0 7 bd 36 a8 0 1 80 7a 2f 58
```

```
20: 0 0 0 0 3d f4 d 0 0 0 0 0 10 11 12 13
```

```
30: 14 15 16 17 18 19 1a 1b 1c 1d 1e 1f 20 21 22 23
```

```
40: 24 25 26 27 28 29 2a 2b 2c 2d 2e 2f 30 31 32 33
```

```
50: 34 35 36 37
```

```
IPv4: hdr-size=20 pkt-size=84 protocol=1 TTL=63 src=150.164.6.37 dst=150.164.2.83
```

```
ICMP: type[8/0] checksum[1981] id[13992] seq[1]
```

```
Not for RS232...
```

Demonstração

- Disparo do ping com o parâmetro “-p”

```
eufrates:~> ping belohorizonte.lecom.dcc.ufmg.br -c 1 -p 0fc00001
PATTERN: 0x0fc00001
PING belohorizonte.lecom.dcc.ufmg.br (150.164.2.83) 56(84) bytes of data.
64 bytes from belohorizonte.lecom.dcc.ufmg.br (150.164.2.83): icmp_seq=1 ttl=63 time=300 ms

--- belohorizonte.lecom.dcc.ufmg.br ping statistics ---
1 packets transmitted, 1 received, 0% packet loss, time 0ms
rtt min/avg/max/mdev = 300.653/300.653/300.653/0.000 ms
```

- Ping recebido e encaminhado

```
===4: ICMP - Received ===

0:  45 00 00 54 f5 06 40 00 3f 01 10 e2 96 a4 06 25
10: 96 a4 02 53 08 00 f3 08 36 bc 00 01 f7 7a 2f 58
20: 00 00 00 00 03 dc 06 00 00 00 00 00 f c0 00 01
30: f c0 00 01 f c0 00 01 f c0 00 01 f c0 00 01
40: f c0 00 01 f c0 00 01 f c0 00 01 f c0 00 01
50: f c0 00 01
IPv4: hdr-size=20 pkt-size=84 protocol=1 TTL=63 src=150.164.6.37 dst=150.164.2.83
ICMP: type[8/0] checksum[62216] id[14012] seq[1]

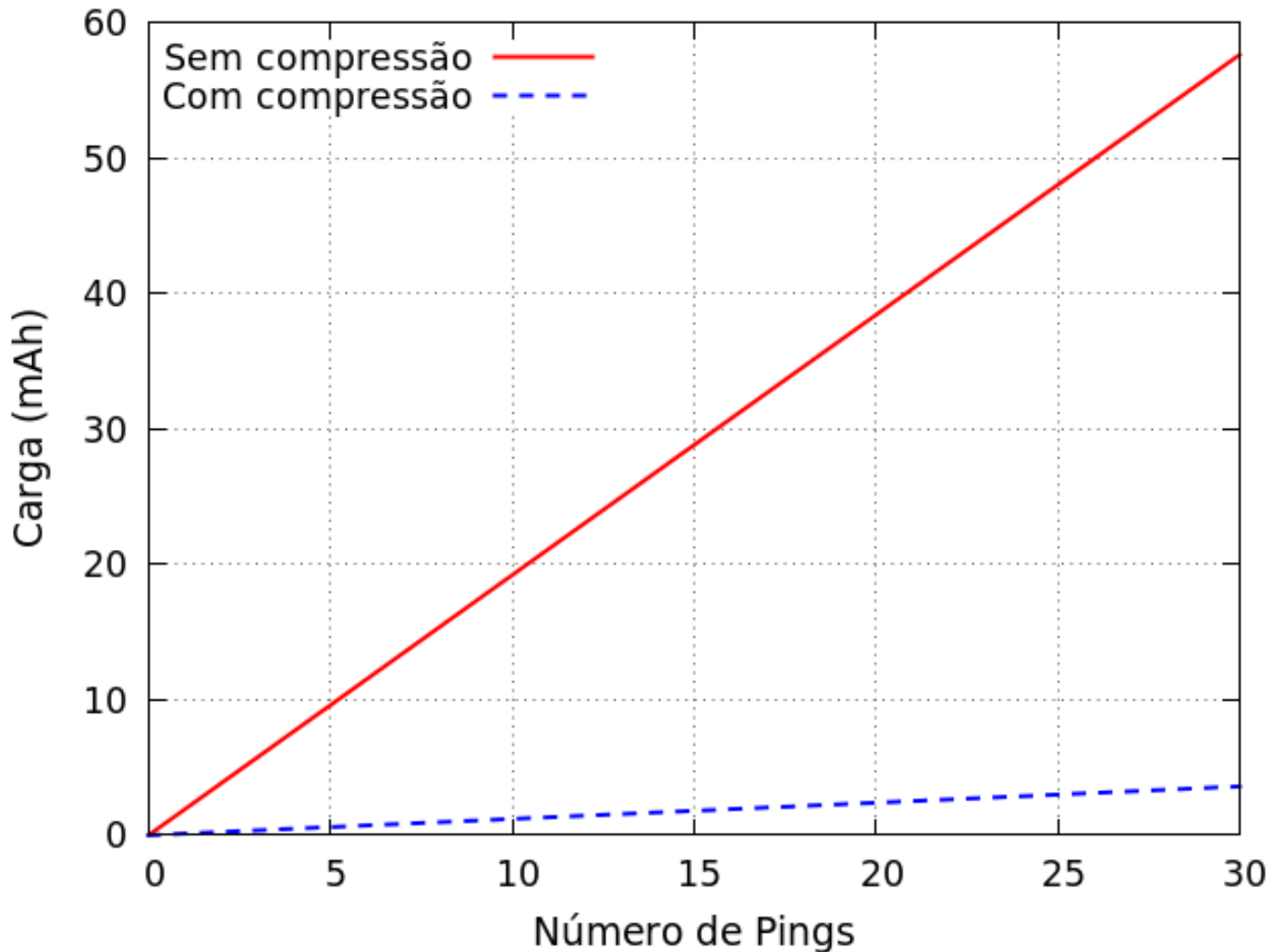
Forwarding to RS232.
-DONE...
Waiting for COM answer...
===16: COM - Received ===
Forwarding answer to host...
-DONE...
-----
```

Avaliação de Desempenho

- Consumo Energético
 - Modem acústico
 - 33,8kHz
 - 0,03mAh por byte transmitido
 - Transmissão de uma mensagem ICMP:
1.92mAh
 - Transmissão de uma mensagem comprimida: 0.12mAh
 - 93,75% a menos

Avaliação de Desempenho

- Consumo Energético

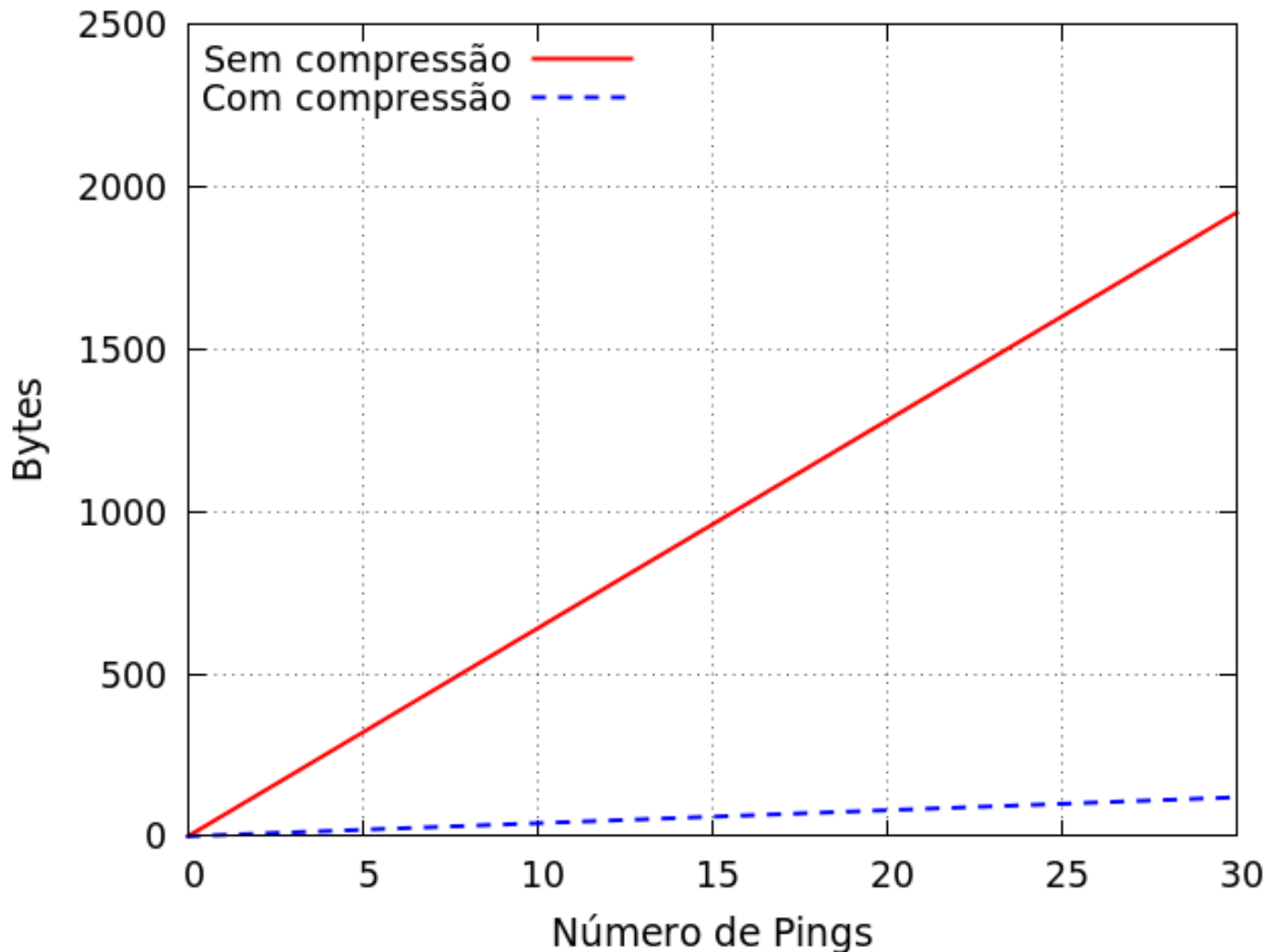


Avaliação de Desempenho

- Tráfego ICMP na Rede Aquática
 - Tamanho padrão: 64 bytes
 - Tamanho comprimido: 4 bytes

Avaliação de Desempenho

- Tráfego ICMP na Rede Aquática

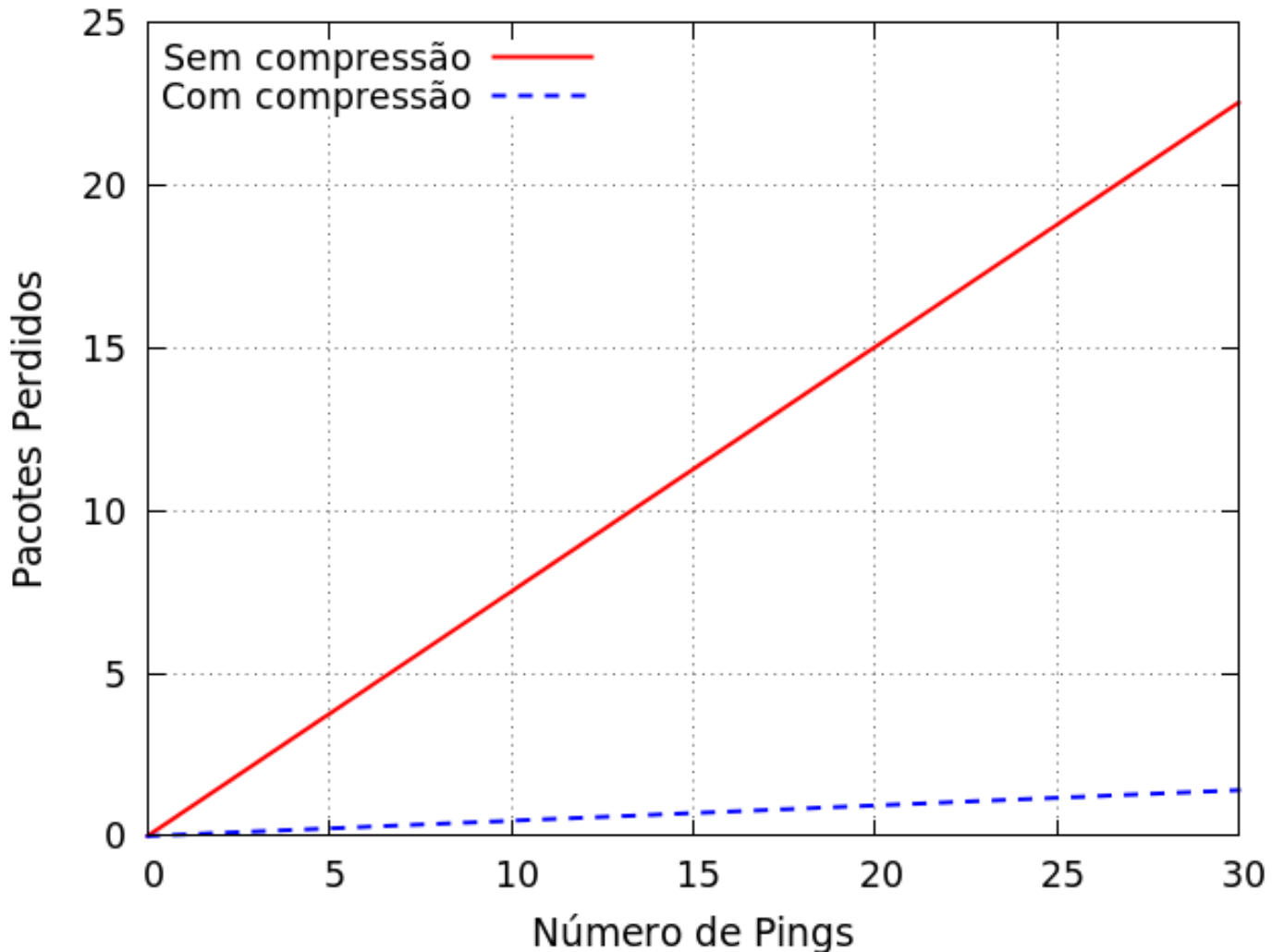


Avaliação de Desempenho

- Perda de pacotes
 - Sem compressão: 25.04%
 - Transmissão em pacotes de 24 bytes
 - Com compressão: 4.69%
 - BER do Modem: 0.15%

Avaliação de Desempenho

- Perda de pacotes



Conclusão

- Mensagens ICMP podem ser enviadas a dispositivos aquáticos
- Aplicável, por exemplo, a monitoração de lagos
- Redução de tráfego e perda de pacotes
- Economia energética de até 93,75%



Obrigado!

Francisco H. M. B. Lima, Luiz F. M. Vieira, Marcos A. M. Vieira, Alex B. Vieira, José Augusto M. Nacif

`{francisco.lima, lfvieira, mmvieira}@dcc.ufmg.br
alex.borges@ufjf.edu.br, jnacif@ufv.br`