

# RC TP4 PL54

Artur Luís

Carlos Pina

Luís Ferreira

May 2023

# Índice

<b>1</b>	<b>Acesso Rádio</b>	<b>3</b>
1.1	Questão 1 . . . . .	3
1.2	Questão 2 . . . . .	3
1.3	Questão 3 . . . . .	4
1.4	Questão 4 . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Scanning Passivo e Scanning Ativo</b>	<b>5</b>
2.1	Questão 5 . . . . .	5
2.2	Questão 6 . . . . .	5
2.3	Questão 7 . . . . .	6
2.4	Questão 8 . . . . .	7
2.5	Questão 9 . . . . .	7
2.6	Questão 10 . . . . .	8
2.7	Questão 11 . . . . .	8
2.8	Questão 12 . . . . .	9
<b>3</b>	<b>Processo de Associação</b>	<b>9</b>
3.1	Questão 13 . . . . .	10
3.2	Questão 14 . . . . .	10
<b>4</b>	<b>Transferência de Dados</b>	<b>11</b>
4.1	Questão 15 . . . . .	11
4.2	Questão 16 . . . . .	11
4.3	Questão 17 . . . . .	12
4.4	Questão 18 . . . . .	12
4.5	Questão 19 . . . . .	13
<b>5</b>	<b>Conclusões</b>	<b>14</b>

# 1 Acesso Rádio

“Como pode ser observado, a sequência de bytes capturada inclui meta-informação do nível físico (radiotap header, radio information) obtida do firmware da interface Wi-Fi, para além dos bytes correspondentes a tramas 802.11.

Selecione a trama de ordem 54.”

## 1.1 Questão 1

“Identifique em que frequência do espectro está a operar a rede sem fios, e o canal que corresponde essa frequência.”

```
▼ 802.11 radio information
  PHY type: 802.11n (HT) (7)
  MCS index: 0
  Bandwidth: 20 MHz (0)
  Short GI: False
  Greenfield: True
  FEC: BEC (0)
  Data rate: 6,5 Mb/s
  Channel: 1
  Frequency: 2412MHz
```

- A rede está a operar a 2412MHz e o canal correspondente é o 1.

## 1.2 Questão 2

“Identifique a versão da norma IEEE 802.11 que está a ser usada.”

```
▼ IEEE 802.11 Wireless Management
  > Fixed parameters (12 bytes)
  ▼ Tagged parameters (154 bytes)
    ▼ Tag: SSID parameter set: "MEO-WiFi"
      Tag Number: SSID parameter set (0)
      Tag length: 8
      SSID: "MEO-WiFi"
    > Tag: Supported Rates 1(B), 2(B), 5.5(B), 11(B), 18, 24, 36, 54
    > Tag: DS Parameter set: Current Channel: 1
    > Tag: Traffic Indication Map (TIM): DTIM 0 of 1 bitmap
    > Tag: ERP Information
    > Tag: Extended Supported Rates 6, 9, 12, 48, [Mbit/sec]
    > Tag: QBSS Load Element 802.11e CCA Version
    > Tag: Measurement Pilot Transmission
    > Tag: RM Enabled Capabilities (5 octets)
    ▼ Tag: HT Capabilities (802.11n D1.10)
      Tag Number: HT Capabilities (802.11n D1.10) (45)
      Tag length: 26
```

- A norma IEEE 802.11 está a ser usada na versão 1.10.

### 1.3 Questão 3

“Qual o débito a que foi enviada a trama escolhida? Será que esse débito corresponde ao débito máximo a que a interface Wi-Fi pode operar? Justifique.”

```
▼ Radiotap Header v0, Length 60
  Header revision: 0
  Header pad: 0
  Header length: 60
  > Present flags
    MAC timestamp: 469231
  > Flags: 0x10
    Channel frequency: 2412 [BG 1]
  > Channel flags: 0x0480, 2 GHz spectrum, Dynamic CCK-OFDM
    Antenna signal: -93 dBm
    Antenna noise: -93 dBm
    Antenna: 0
    Channel number: 1
    Channel frequency: 2412
  > Channel flags: 0x00010480, 2 GHz spectrum, Dynamic CCK-OFDM, HT C
  ▼ MCS information
    > Known MCS information: 0x1f, Bandwidth, MCS index, Guard inter
      .... ..00 = Bandwidth: 20 MHz (0)
      .... .0.. = Guard interval: long (0)
      .... 1... = Format: greenfield (1)
      ...0 .... = FEC type: BCC (0)
      MCS index: 0
    [Data Rate: 6,5 Mb/s]
```

- O débito a que foi enviada a trama escolhida é de 6.5Mb.

### 1.4 Questão 4

“Verifique qual a força do sinal (Signal strength) e a qualidade expectável de receção da trama, sabendo que:”

Signal strength	Expected Quality
-90dBm	Chances of connecting are very low at this level
-80dBm	Unreliable signal strength
-67dBm	Reliable signal strength– the edge of what Cisco considers to be adequate to support Voice over WLAN
-55dBm	Anything down to this level can be considered excellent signal strength.
-30dBm	Maximum signal strength, you are probably standing right next to the access point.

```
▼ 802.11 radio information
  PHY type: 802.11n (HT) (7)
  MCS index: 0
  Bandwidth: 20 MHz (0)
  Short GI: False
  Greenfield: True
  FEC: BEC (0)
  Data rate: 6,5 Mb/s
  Channel: 1
  Frequency: 2412MHz
  Signal strength (dBm): -93 dBm
```

- A força do sinal é de -93dBm. Pela imagem presente no enunciado assumimos que a probabilidade de conexão é muito baixa. Com a força do sinal assim baixa, é impossível distinguir a transmissão do ruído.

## 2 Scanning Passivo e Scanning Ativo

“Como referido, as tramas beacon permitem efetuar scanning passivo em redes IEEE 802.11 (Wi-Fi). Para a captura de tramas disponibilizada, e considerando XX=54, responda às seguintes questões:”

### 2.1 Questão 5

“Selecione uma trama beacon cuja ordem (ou terminação) corresponda a 54. Esta trama pertence a que tipo de tramas 802.11? Identifique o valor dos identificadores de tipo e de subtipo da trama. Em que parte concreta do cabeçalho da trama estão especificados (ver anexo)?”

```
▼ IEEE 802.11 Beacon frame, Flags: .....C
  Type/Subtype: Beacon frame (0x0008)
  ▼ Frame Control Field: 0x8000
    .... ..00 = Version: 0
    .... 00.. = Type: Management frame (0)
    1000 .... = Subtype: 8
```

- Observando o Wireshark, o tipo desta trama é Management e o subtipo é Beacon.

### 2.2 Questão 6

“Para a trama acima, identifique todos os endereços MAC em uso. Que conclui quanto à sua origem e destino?”

```
Receiver address: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
Destination address: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
Transmitter address: PTInovac_45:be:32 (00:06:91:45:be:32)
Source address: PTInovac_45:be:32 (00:06:91:45:be:32)
BSS Id: PTInovac_45:be:32 (00:06:91:45:be:32)
```

- Os endereços MAC em uso são: *Receiver*: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff); *Destination*: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff); *Transmitter*: (00:06:91:45:be:32); *Source*: (00:06:91:45:be:32) .

Podemos concluir que a origem é o ISP e que envia a trama para todos os dispositivos na rede.

## 2.3 Questão 7

“Verifique se está a ser usado o método de detecção de erros (CRC). Justifique.

Justifique o porquê de ser necessário usar detecção de erros em redes sem fios.”

```
▼ IEEE 802.11 Beacon frame, Flags: .....C
  Type/Subtype: Beacon frame (0x0008)
  > Frame Control Field: 0x8000
    .000 0000 0000 0000 = Duration: 0 microseconds
    Receiver address: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
    Destination address: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
    Transmitter address: PTInovac_45:be:32 (00:06:91:45:be:32)
    Source address: PTInovac_45:be:32 (00:06:91:45:be:32)
    BSS Id: PTInovac_45:be:32 (00:06:91:45:be:32)
    .... .... 0000 = Fragment number: 0
    1001 0011 1110 .... = Sequence number: 2366
    Frame check sequence: 0x5aa71720 [unverified]
    [FCS Status: Unverified]
```

- Como é possível observar, existe um campo dedicado à detecção de erros, porém não conseguimos verificar se foi realmente utilizada. As redes sem fio necessitam de métodos de correção de erros pois são sujeitas a interferências de sinais de outros dispositivos que podem causar erros na transmissão. Outro fator é a atenuação do sinal, que pode corromper a transmissão e levar a perdas de dados. Utilizando um método de correção de dados podemos garantir que mesmo que ocorram erros, eles sejam corrigidos.

## 2.4 Questão 8

“Uma trama beacon anuncia que o AP pode suportar vários débitos de base (B), assim como vários débitos adicionais (extended supported rates). Indique quais são esses débitos.”

```

  Tag: Supported Rates 1(B), 2(B), 5.5(B), 11(B), 18, 24, 36, 54
    Tag Number: Supported Rates (1)
    Tag length: 8
    Supported Rates: 1(B) (0x82)
    Supported Rates: 2(B) (0x84)
    Supported Rates: 5.5(B) (0x8b)
    Supported Rates: 11(B) (0x96)
    Supported Rates: 18 (0x24)
    Supported Rates: 24 (0x30)
    Supported Rates: 36 (0x48)
    Supported Rates: 54 (0x6c)
  > Tag: DS Parameter set: Current Channel: 1
  > Tag: Traffic Indication Map (TIM): DTIM 0 of 1 bitmap
  > Tag: ERP Information
  Tag: Extended Supported Rates 6, 9, 12, 48, [Mbit/sec]
    Tag Number: Extended Supported Rates (50)
    Tag length: 4
    Extended Supported Rates: 6 (0x0c)
    Extended Supported Rates: 9 (0x12)
    Extended Supported Rates: 12 (0x18)
    Extended Supported Rates: 48 (0x60)

```

- Os débitos base de uma trama beacon são de 1 Mb/s, 2 Mb/s, 5.5 Mb/s, 11 Mb/s, 18 Mb/s, 24 Mb/s, 36 Mb/s e 54 Mb/s.

Os débitos adicionais de uma trama beacon são de 6 Mb/s, 9 Mb/s, 12 Mb/s e 48 Mb/s.

## 2.5 Questão 9

“Qual o intervalo de tempo previsto entre tramas beacon consecutivas (este valor é anunciado na própria trama beacon)? Na prática, a periodicidade de tramas beacon provenientes do mesmo AP é verificada com precisão? Justifique.”

```

IEEE 802.11 Wireless Management
  Fixed parameters (12 bytes)
    Timestamp: 243449653989
    Beacon Interval: 0,102400 [Seconds]
  > Capabilities Information: 0x1401

```

- O intervalo de tempo previsto é 0.102400 segundos. Existem vários fatores que fazem com que a periodicidade entre tramas beacon não se mantenha, entre elas a latência, que por sua vez pode ser alterada pela interferência por exemplo. Havendo uma maior interferência vai haver uma maior latência, e vai ser maior o tempo entre tramas.

## 2.6 Questão 10

“Identifique e liste os SSIDs dos APs que estão a operar na vizinhança da STA de captura. Explícite o modo como obteve essa informação (por exemplo, se usou algum filtro para o efeito).”

[ wlan.fc.type_subtype==0x08 ]						
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
3	0.005857	PTInovac_d6:88:50	Broadcast	802.11	329	Beacon frame, SN=696, FN=0, Flags=.....C, BI=100, SSID="MEO-D68850"
4	0.008710	PTInovac_d6:88:52	Broadcast	802.11	254	Beacon frame, SN=697, FN=0, Flags=.....C, BI=100, SSID="MEO-WiFi"
5	0.011922	PTInovac_45:be:32	Broadcast	802.11	254	Beacon frame, SN=2358, FN=0, Flags=.....C, BI=100, SSID="MEO-WiFi"
6	0.028491	PTInovac_9e:9b:b2	Broadcast	802.11	254	Beacon frame, SN=2403, FN=0, Flags=.....C, BI=100, SSID="MEO-WiFi"
8	0.050713	HitronTe_e7:c8:76	Broadcast	802.11	385	Beacon frame, SN=1928, FN=0, Flags=.....C, BI=100, SSID="NOS-2EC6"
9	0.053270	HitronTe_e7:c8:76	Broadcast	802.11	453	Beacon frame, SN=1763, FN=0, Flags=.....C, BI=100, SSID="NOS-C876"
10	0.062174	AlticeLa_fc:f0:a0	Broadcast	802.11	329	Beacon frame, SN=3598, FN=0, Flags=.....C, BI=100, SSID="MEO-FCF0A0"
11	0.062181	AlticeLa_fc:f0:a2	Broadcast	802.11	254	Beacon frame, SN=3599, FN=0, Flags=.....C, BI=100, SSID="MEO-WiFi"
12	0.087642	HitronTe_f3:9a:46	Broadcast	802.11	386	Beacon frame, SN=956, FN=0, Flags=.....C, BI=100, SSID="FlyingNet"
15	0.110775	PTInovac_d6:88:50	Broadcast	802.11	329	Beacon frame, SN=698, FN=0, Flags=.....C, BI=100, SSID="MEO-D68850"

- Os SSIDs dos APs que estão a operar na vizinhança da captura são: MEO-D68850; MEO-WiFi; NOS-2EC6; NOS-C876; MEO-FCF0A0 e FlyingNet.

Conseguimos esta informação filtrando no Wireshark com o filtro `wlan.fc.type_subtype==0x08` para filtrar apenas as tramas beacon, emitidas pelos APs.

Como na Alínea 9 verificamos que o tempo entre tramas beacon é de 0.102400 segundos, apenas as SSIDs referidas acima é que se encontram na vizinhança da STA de captura.

## 2.7 Questão 11

“Estabeleça um filtro Wireshark apropriado que lhe permita visualizar todas as tramas probing request e probing response, simultaneamente.”

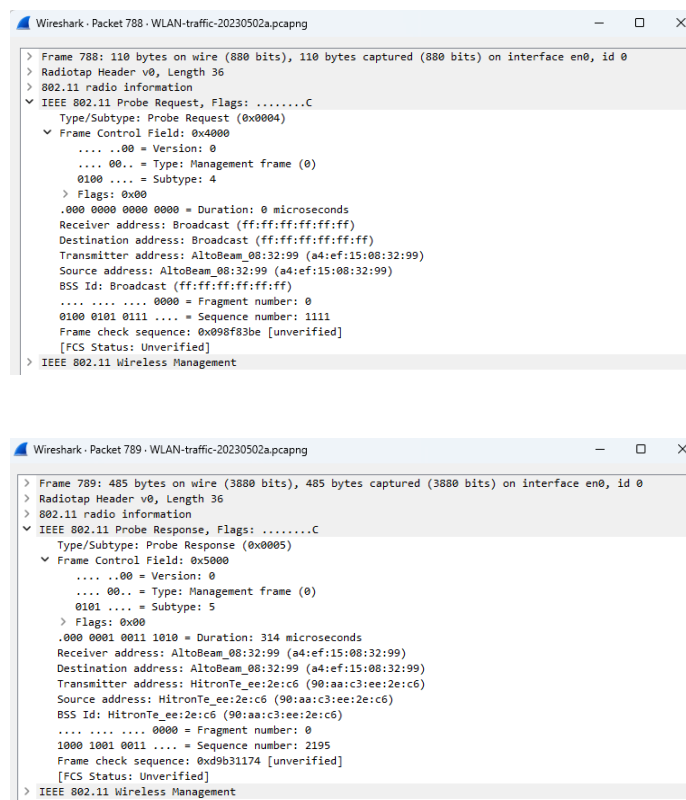
[ Type & type_subtype<0x04 ] [ wlan.fc.type_subtype==0x04 ]						
No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
150	1.361448	HitronTe_f3:9a:46	Samsung_1a:18:76	802.11	486	Probe Response, SN=1030, Rnd, Flags=.....C, BI=100, SSID="FlyingNet"
151	1.361387	HitronTe_f3:9a:46	Samsung_1a:18:76	802.11	486	Probe Response, SN=1030, Rnd, Flags=.....C, BI=100, SSID="FlyingNet"
152	1.361350	HitronTe_f3:9a:46	Samsung_1a:18:76	802.11	486	Probe Response, SN=1030, Rnd, Flags=.....C, BI=100, SSID="FlyingNet"
153	1.361870	HitronTe_e7:c8:76	Samsung_1a:18:76	802.11	485	Probe Response, SN=1030, Rnd, Flags=.....C, BI=100, SSID="NOS-2EC6"
155	1.399123	Samsung_1a:18:76	Broadcast	802.11	122	Probe Request, SN=1234, Rnd, Flags=.....C, SSID=Unlabeled (Broadcast)
277	2.740713	HitronTe_e7:c8:76	AlticeLa_fc:f0:a0	802.11	485	Probe Response, SN=1030, Rnd, Flags=.....C, BI=100, SSID="NOS-2EC6"
279	2.738027	HitronTe_e7:c8:76	AlticeLa_fc:f0:a0	802.11	485	Probe Response, SN=1030, Rnd, Flags=.....C, BI=100, SSID="NOS-2EC6"
336	3.207107	PTInovac_45:be:32	ea:52:54:00:20:72	802.11	224	Probe Response, SN=2424, Rnd, Flags=.....C, BI=100, SSID="MEO-WiFi"
337	3.207177	PTInovac_45:be:32	ea:52:54:00:20:72	802.11	224	Probe Response, SN=2424, Rnd, Flags=.....C, BI=100, SSID="MEO-WiFi"
338	3.208110	PTInovac_45:be:32	ea:52:54:00:20:72	802.11	224	Probe Response, SN=2424, Rnd, Flags=.....C, BI=100, SSID="MEO-WiFi"
780	7.420332	AlticeLa_fc:f0:a0	Broadcast	802.11	110	Probe Request, SN=1111, Rnd, Flags=.....C, SSID=Unlabeled (Broadcast)
781	7.420350	HitronTe_e7:c8:76	AlticeLa_fc:f0:a0	802.11	485	Probe Response, SN=1030, Rnd, Flags=.....C, BI=100, SSID="NOS-2EC6"
791	7.810484	HitronTe_e7:c8:76	AlticeLa_fc:f0:a0	802.11	485	Probe Response, SN=1030, Rnd, Flags=.....C, BI=100, SSID="NOS-2EC6"
791	7.810511	AlticeLa_fc:f0:a0	Broadcast	802.11	110	Probe Request, SN=1111, Rnd, Flags=.....C, SSID=Unlabeled (Broadcast)
796	7.810430	HitronTe_e7:c8:76	AlticeLa_fc:f0:a0	802.11	485	Probe Response, SN=1030, Rnd, Flags=.....C, BI=100, SSID="NOS-2EC6"
797	7.810505	HitronTe_e7:c8:76	AlticeLa_fc:f0:a0	802.11	485	Probe Response, SN=1030, Rnd, Flags=.....C, BI=100, SSID="NOS-2EC6"
798	7.810810	HitronTe_e7:c8:76	AlticeLa_fc:f0:a0	802.11	485	Probe Response, SN=1030, Rnd, Flags=.....C, BI=100, SSID="NOS-2EC6"
961	9.140548	PTInovac_29:af:08	ARRIS-c_01:0a:38	802.11	414	Probe Response, SN=1086, Rnd, Flags=.....C, BI=100, SSID="Passmore do Sapo"
961	9.140704	PTInovac_29:af:08	ARRIS-c_01:0a:38	802.11	414	Probe Response, SN=1086, Rnd, Flags=.....C, BI=100, SSID="Passmore do Sapo"
961	9.140710	PTInovac_29:af:08	ARRIS-c_01:0a:38	802.11	414	Probe Response, SN=1086, Rnd, Flags=.....C, BI=100, SSID="Passmore do Sapo"
961	9.140716	PTInovac_29:af:08	ARRIS-c_01:0a:38	802.11	414	Probe Response, SN=1086, Rnd, Flags=.....C, BI=100, SSID="Passmore do Sapo"
961	9.141292	PTInovac_29:af:08	ARRIS-c_01:0a:38	802.11	240	Probe Response, SN=1087, Rnd, Flags=.....C, BI=100, SSID="MEO-WiFi"
961	9.141292	PTInovac_29:af:08	ARRIS-c_01:0a:38	802.11	240	Probe Response, SN=1087, Rnd, Flags=.....C, BI=100, SSID="MEO-WiFi"
970	9.410550	PTInovac_29:af:08	ARRIS-c_01:0a:38	802.11	240	Probe Response, SN=1087, Rnd, Flags=.....C, BI=100, SSID="MEO-WiFi"
970	9.410551	PTInovac_29:af:08	ARRIS-c_01:0a:38	802.11	240	Probe Response, SN=1087, Rnd, Flags=.....C, BI=100, SSID="MEO-WiFi"
979	9.441540	HitronTe_e7:c8:76	ARRIS-c_01:0a:38	802.11	517	Probe Response, SN=1080, Rnd, Flags=.....C, BI=100, SSID="NOS-2EC6"

- Utilizando o filtro `(wlan.fc.type_subtype==0x04) — (wlan.fc.type_subtype==0x05)` conseguimos filtrar tanto as tramas probing request (`wlan.fc.type_subtype==0x04`) e probing response (`wlan.fc.type_subtype==0x05`).



## 2.8 Questão 12

“Identifique um probing request para o qual tenha havido um probing response. Face ao endereçamento usado, indique a que sistemas são endereçadas estas tramas e explique qual o propósito das mesmas?”



- Na trama de Probe Request os endereços de origem e destino correspondem, respetivamente, à STA de captura e broadcast. Esta trama tem como objetivo descobrir que redes Wi-Fi estão próximas da STA.

Na trama de Probe Response, os endereços de origem e destino correspondem ao AP e à STA, respetivamente. Esta trama serve para o AP indicar a presença da sua rede à STA que enviou o probe request.

## 3 Processo de Associação

“Numa rede Wi-Fi estruturada, um host deve associar-se a um ponto de acesso antes de enviar dados. O processo de associação nas redes IEEE 802.11 é executada enviando a trama association request do host para o AP e a trama association response enviada pelo AP para o host, em resposta ao pedido de

associação recebido. Este processo é antecedido por uma fase de autenticação. Para a sequência de tramas capturada:”

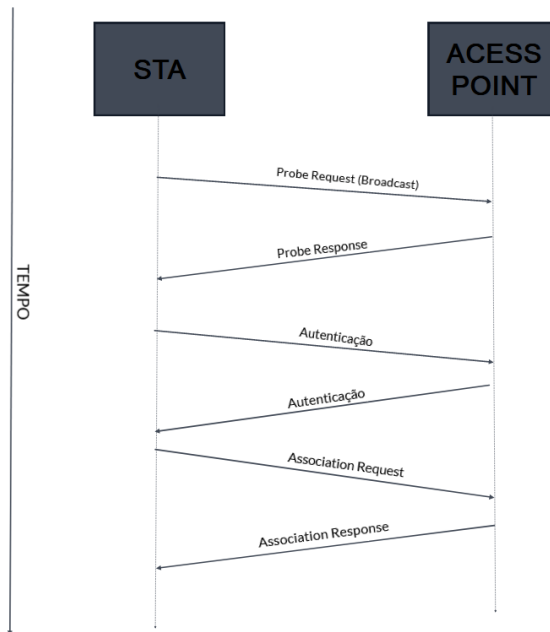
### 3.1 Questão 13

“Identifique uma sequência de tramas que corresponda a um processo de associação realizado com sucesso entre a STA e o AP, incluindo a fase de autenticação. ”

8472	73.450730	AzureIav_0f:0e:9b	HitronTe_f3:9a:46	802.11	70 Authentication, SN=262, FN=0, Flags=.....C
8474	73.450775	HitronTe_f3:9a:46	AzureIav_0f:0e:9b	802.11	70 Authentication, SN=1965, FN=0, Flags=.....C
8476	73.459546	AzureIav_0f:0e:9b	HitronTe_f3:9a:46	802.11	164 Association Request, SN=263, FN=0, Flags=.....C, SSID="FlyingNet"
8478	73.459638	HitronTe_f3:9a:46	AzureIav_0f:0e:9b	802.11	210 Association Response, SN=1966, FN=0, Flags=.....C

### 3.2 Questão 14

“Efetue um diagrama que ilustre a sequência de todas as tramas trocadas no processo.”



## 4 Transferência de Dados

“O trace disponibilizado, para além de tramas de gestão da ligação de dados, inclui tramas de dados e tramas de controlo da transferência desses mesmos dados.”

### 4.1 Questão 15

“Considere a trama de dados nº8503. Sabendo que o campo Frame Control contido no cabeçalho das tramas 802.11 permite especificar a direccionalidade das tramas, o que pode concluir face à direccionalidade dessa trama, será local à WLAN?”

```
▼ Flags: 0x41
.... ..01 = DS status: Frame from STA to DS via an AP (To DS: 1 From DS: 0) (0x1)
.... ..0.. = More Fragments: This is the last fragment
```

- A trama nº 8503 é uma trama com direccionalidade from STA to DS, ou seja, é enviada para o sistema de distribuição. Sendo assim, a trama é local à WLAN.

### 4.2 Questão 16

“Para a trama de dados nº8503, transcreva os endereços MAC em uso, identificando quais os endereços correspondentes à estação sem fios (STA), ao AP e ao router de acesso ao sistema de distribuição (DS)?”

```
> Flags: 0x41
.000 0000 0011 0000 = Duration: 48 microseconds
Receiver address: HitronTe_f3:9a:46 (74:9b:e8:f3:9a:46)
Transmitter address: AzureWav_0f:0e:9b (80:c5:f2:0f:0e:9b)
Destination address: IPv6mcast_16 (33:33:00:00:00:16)
Source address: AzureWav_0f:0e:9b (80:c5:f2:0f:0e:9b)
BSS Id: HitronTe_f3:9a:46 (74:9b:e8:f3:9a:46)
STA address: AzureWav_0f:0e:9b (80:c5:f2:0f:0e:9b)
.... .... 0000 = Fragment number: 0
```

- STA-80:c5:f2:0f:0e:9b AP-74:9b:e8:f3:9a:46 DS-33:33:00:00:00:16

### 4.3 Questão 17

“Como interpreta a trama nº8521 face à sua direccionalidade e endereçamento MAC?”

```
Receiver address: AzureWav_0f:0e:9b (80:c5:f2:0f:0e:9b)
Transmitter address: HitronTe_f3:9a:46 (74:9b:e8:f3:9a:46)
Destination address: AzureWav_0f:0e:9b (80:c5:f2:0f:0e:9b)
Source address: 76:9b:e8:f3:9a:43 (76:9b:e8:f3:9a:43)
BSS Id: HitronTe_f3:9a:46 (74:9b:e8:f3:9a:46)
STA address: AzureWav_0f:0e:9b (80:c5:f2:0f:0e:9b)
```

- A trama nº8521 é uma trama com direccionalidade from DS to a STA. Os endereços MAC correspondem ao STA(destination) e ao AP(que é o transmitter) e o router(source).

### 4.4 Questão 18

“Que subtipo de tramas de controlo são transmitidas ao longo da transferência de dados acima mencionada? Tente explicar a razão de terem de existir (contrariamente ao que acontece numa rede Ethernet.)”

- As tramas de controlo que são transmitidas são RTS(request-to-send), CTS(clear-to-send) e ACK(acknowledgment). A RTS tem como funcionalidade evitar colisões apesar de estas ainda poderem ocorrer mas curtas. A CTS tem como funcionalidade informar que a mensagem pode ser enviada. A ACK tem como funcionalidade informar que a mensagem chegou.

## 4.5 Questão 19

“O uso de tramas Request To Send e Clear To Send, apesar de opcional, é comum para efetuar ”pré-reserva” do acesso ao meio quando se pretende enviar tramas de dados, com o intuito de reduzir o número de colisões resultante maioritariamente de STAs escondidas. Para o exemplo acima, verifique se está a ser usada a opção RTS/CTS na troca de dados entre a STA e o AP/Router da WLAN, identificando a direccionalidade das tramas e os sistemas envolvidos. Dê um exemplo de uma transferência de dados em que é usada a opção RTC/CTS e um outro em que não é usada.”

8519 73.544155	HitronTe_f3:9a:46 (- AzureWav_0f:0e:9b (- 802.11	76 Request-to-send, Flags=.....C
8520 73.544159	HitronTe_f3:9a:46 (- 802.11	72 Clear-to-send, Flags=.....C
8521 73.544163	76:9b:e8:f3:9a:43 AzureWav_0f:0e:9b 802.11	444 QoS Data, SN=2, FN=0, Flags=p.....F.C

- Sim, a opção de RTCS/CTS está ativada.

Flags: 0x00  
 [...] ..00 = DS status: Not leaving DS on network is operating in AD-HOC mode (To DS: 0 From DS: 0) (0x0)

- A direccionalidade das tramas é sempre interna.

2587 23.849223	PTInovac_d6:88:5... ce:90:6f:21:42:3... 802.11	76 Request-to-send, Flags=.....C
2642 24.348884	ce:90:6f:21:42:3... 802.11	72 Clear-to-send, Flags=.....C
2643 24.348903	ce:90:6f:21:42:3... 802.11	48 Acknowledgement, Flags=.....C

- Transferência de dados com a opção RTC/CTS.

2762 25.322196	PTInovac_d6:88:5... ce:90:6f:21:42:3... 802.11	68 802.11 Block Ack, Flags=.....C
2764 25.333727	Tp-LinkT_a3:af:0... 802.11	48 Acknowledgement, Flags=.....C
2765 25.342054	Tp-LinkT_fa:b7:1... 802.11	48 Acknowledgement, Flags=.....C
2789 25.624606	ce:90:6f:21:42:3... 802.11	48 Acknowledgement, Flags=.....C
2798 25.716198	PTInovac_d6:88:5... ce:90:6f:21:42:3... 802.11	68 802.11 Block Ack, Flags=.....C

- Transferência de dados sem a opção RTC/CTS.

## 5 Conclusões

Em conclusão, estamos satisfeitos com o trabalho realizado, pois consideramos que foi uma experiência altamente enriquecedora. Estes trabalhos foram bastante importantes para consolidarmos conceitos de Redes de Computadores.

Com base na análise realizada durante este trabalho prático sobre o protocolo IEEE 802.11 , podemos concluir que aprofundamos significativamente nossos conhecimentos nessa área.