Redes de Computadores - Relatório TP4

João Nunes (A82300) Luís Braga (A82088)
Luís Martins (A82298)
Grupo 57

15 de Dezembro de 2018

1 Questões e Respostas

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

A rede sem fios está a operar a uma frequência de 2467 MHz e no canal 12, como se pode ver na figura abaixo, nos campos *Frequency* e *Channel*, respectivamente.

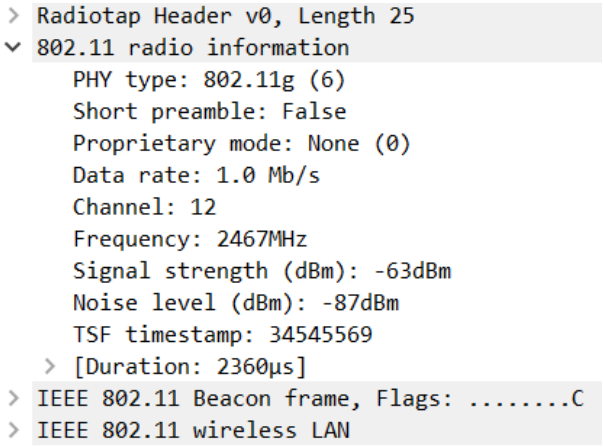


Figura 1: Informação radio acerca da trama 357.

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

A norma do IEEE 802.11 que está a ser utilizada é a g, como se pode verificar no campo PHP Type da figura 1.

3. Qual o débito a que foi enviada a trama escolhida? Será que esse débito corresponde ao débito máximo a que interface WiFi pode operar? Justifique.

O débito da trama escolhida é de 1 Mbps (ver campo Data rate da figura 1). Visto que segundo esta norma a interface pode operar a um débito máximo de 54 Mbps, não está a operar ao débito máximo.

4. Seleccione uma trama *beacon*. Esta trama pertence a que tipo de tramas 802.11? Indique o valor dos seus identificadores de tipo e de subtipo. Em que parte concreta do cabeçalho da trama estão especificados?

Através da análise do Frame Control Field da figura 2 concluiu-se que se trata de uma trama 802.11 de gestão com o subtipo beacon. Pode-se ainda confirmar através da análise dos bits em conjunto com o anexo disponibilizado juntamente

com o enunciado. Esta informação está especificada no byte 25 como se pode observar também na figura 2 no canto inferior esquerdo.

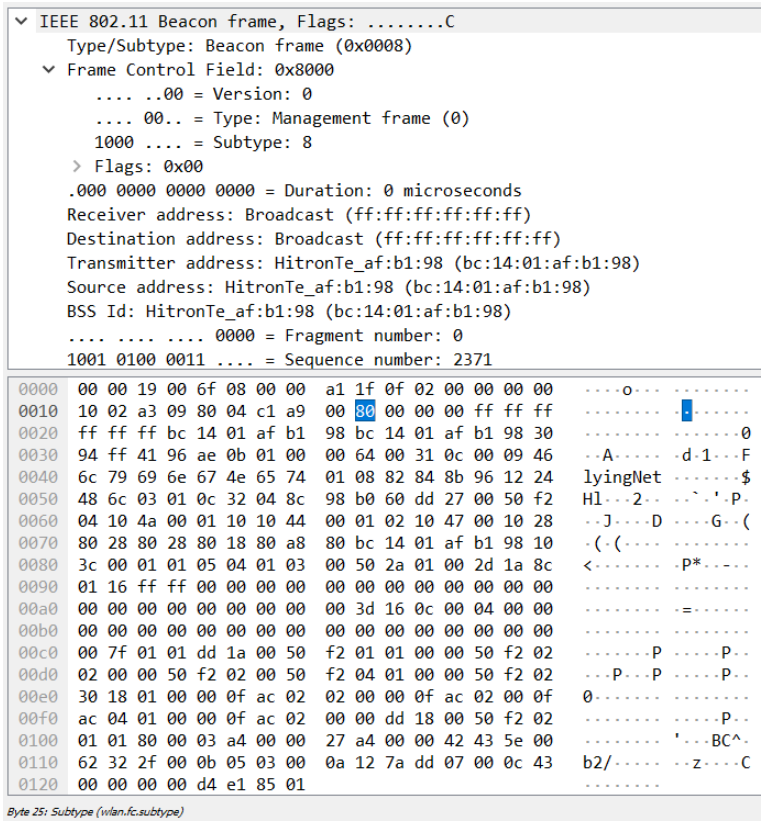


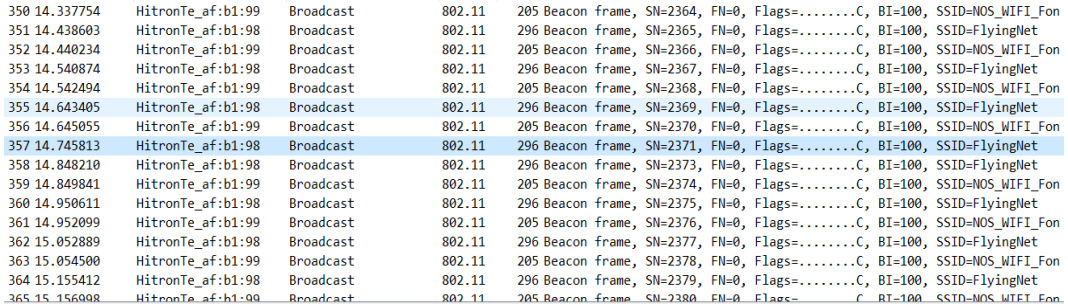
Figura 2: Informação sobre tipo e sobretipo da trama.

5. Liste todos os SSIDs dos APs (Access Points) que estão a operar na vizinhança da STA de captura? Explicite o modo como obteve essa informação. Como sugestão pode construir um filtro de visualização apropriado (tomando como base a resposta alínea anterior) que lhe permita obter a listagem pretendida.

Foi utilizado de modo a obter uma listagem dos SSIDs o seguinte filtro:

$$wlan.fc.type\_subtype==0x0008$$

O que permitiu obter os seguintes resultados:



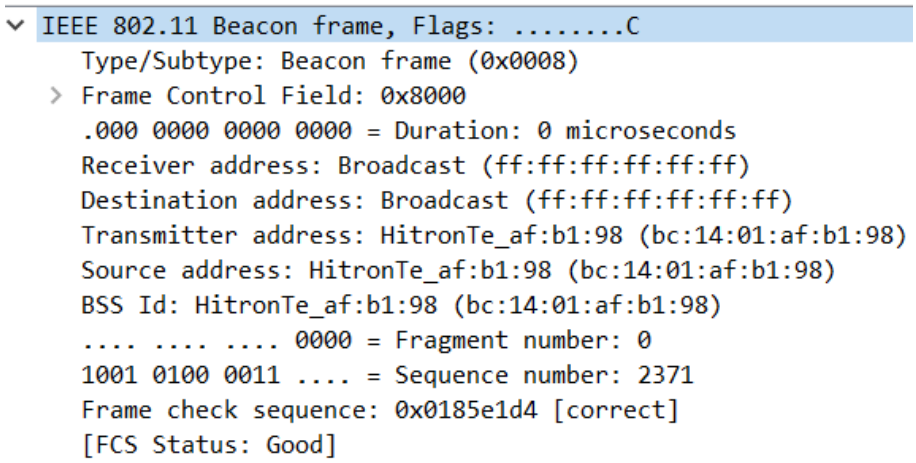
350	14.337754	HitronTe_af:b1:99	Broadcast	802.11	205	Beacon frame, SN=2364, FN=0, Flags=.....C, BI=100, SSID=NOS_WIFI_Fon
351	14.438603	HitronTe_af:b1:98	Broadcast	802.11	296	Beacon frame, SN=2365, FN=0, Flags=.....C, BI=100, SSID=FlyingNet
352	14.440234	HitronTe_af:b1:99	Broadcast	802.11	205	Beacon frame, SN=2366, FN=0, Flags=.....C, BI=100, SSID=NOS_WIFI_Fon
353	14.540874	HitronTe_af:b1:98	Broadcast	802.11	296	Beacon frame, SN=2367, FN=0, Flags=.....C, BI=100, SSID=FlyingNet
354	14.542494	HitronTe_af:b1:99	Broadcast	802.11	205	Beacon frame, SN=2368, FN=0, Flags=.....C, BI=100, SSID=NOS_WIFI_Fon
355	14.643405	HitronTe_af:b1:98	Broadcast	802.11	296	Beacon frame, SN=2369, FN=0, Flags=.....C, BI=100, SSID=FlyingNet
356	14.645055	HitronTe_af:b1:99	Broadcast	802.11	205	Beacon frame, SN=2370, FN=0, Flags=.....C, BI=100, SSID=NOS_WIFI_Fon
357	14.745813	HitronTe_af:b1:98	Broadcast	802.11	296	Beacon frame, SN=2371, FN=0, Flags=.....C, BI=100, SSID=FlyingNet
358	14.848210	HitronTe_af:b1:98	Broadcast	802.11	296	Beacon frame, SN=2373, FN=0, Flags=.....C, BI=100, SSID=FlyingNet
359	14.849841	HitronTe_af:b1:99	Broadcast	802.11	205	Beacon frame, SN=2374, FN=0, Flags=.....C, BI=100, SSID=NOS_WIFI_Fon
360	14.950611	HitronTe_af:b1:98	Broadcast	802.11	296	Beacon frame, SN=2375, FN=0, Flags=.....C, BI=100, SSID=FlyingNet
361	14.952099	HitronTe_af:b1:99	Broadcast	802.11	205	Beacon frame, SN=2376, FN=0, Flags=.....C, BI=100, SSID=NOS_WIFI_Fon
362	15.052889	HitronTe_af:b1:98	Broadcast	802.11	296	Beacon frame, SN=2377, FN=0, Flags=.....C, BI=100, SSID=FlyingNet
363	15.054500	HitronTe_af:b1:99	Broadcast	802.11	205	Beacon frame, SN=2378, FN=0, Flags=.....C, BI=100, SSID=NOS_WIFI_Fon
364	15.155412	HitronTe_af:b1:98	Broadcast	802.11	296	Beacon frame, SN=2379, FN=0, Flags=.....C, BI=100, SSID=FlyingNet
365	15.156998	HitronTe_af:b1:99	Broadcast	802.11	205	Beacon frame, SN=2380, FN=0, Flags=.....C, BI=100, SSID=NOS_WIFI_Fon

Figura 3: SSIDs que operam na vizinhança.

Por análise da figura 3 é possível verificar que apenas existem dois SSIDs na vizinhança da trama 357, o Nos_WIFI_Fon e o FlyingNet.

6. Verifique se está a ser usado o método de detecção de erros (CRC), e se todas as tramas Beacon são recebidas correctamente. Justifique o porquê de usar detecção de erros neste tipo de redes locais.

O método de detecção de erros, equivalente ao CRC, que está a ser utilizado é o Frame Check Sequence (FCS), como se pode ver na figura 4:



```
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: HitronTe_af:b1:98 (bc:14:01:af:b1:98)
    Source address: HitronTe_af:b1:98 (bc:14:01:af:b1:98)
    BSS Id: HitronTe_af:b1:98 (bc:14:01:af:b1:98)
    .... .... .... 0000 = Fragment number: 0
    1001 0100 0011 .... = Sequence number: 2371
    Frame check sequence: 0x0185e1d4 [correct]
    [FCS Status: Good]
```

Figura 4: Informação sobre o campo Beacon Frame.

Contudo, nem todas as tramas estão a ser recebidas corretamente, uma vez que este tipo de rede é susceptível a colisões e ,por conseguinte, a erros, o que faz com que os pacotes sejam recebidos "*malformed*", como se pode verificar na figura 5.

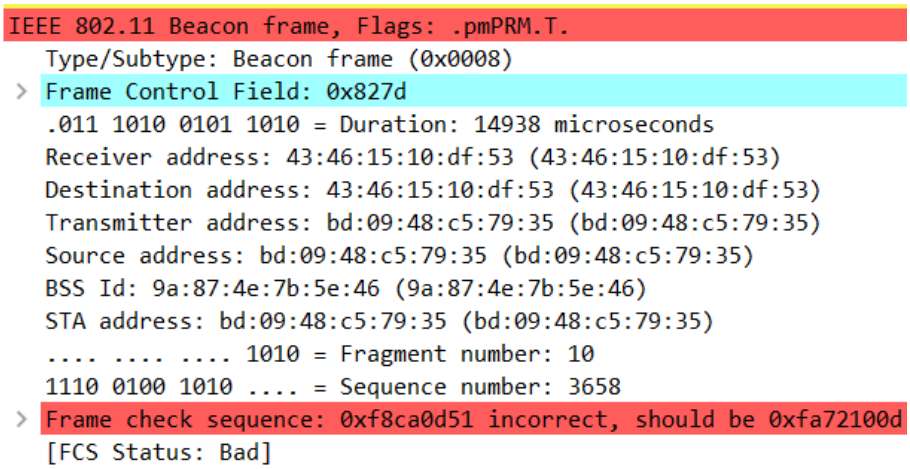


Figura 5: Informação sobre o campo Beacon Frame de um pacote malformed.

7. Para dois dos APs identificados, indique qual é o intervalo de tempo previsto entre tramas beacon consecutivas? Na prática, a periodicidade de tramas beacon é verificada? Tente explicar porquê.

O intervalo previsto entre tramas consecutivas é de 0.1024 segundos como se pode ver na figura 6.

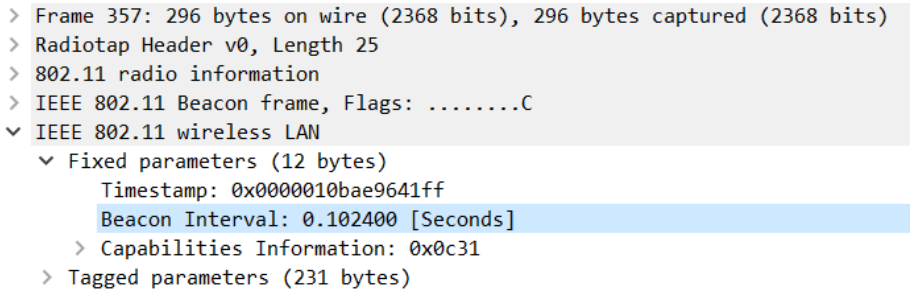
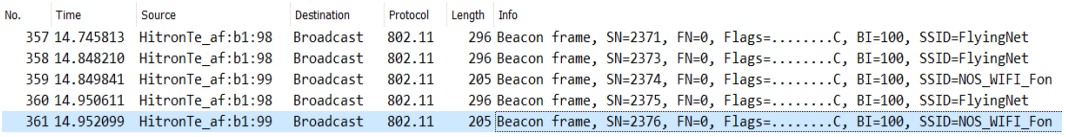


Figura 6: Indicação do tempo previsto entre tramas beacon consecutivas.

Calcularam-se, de seguida, para dois APs distintos, os tempos reais entre tramas beacon consecutivas presentes na figura infracitada.



No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
357	14.745813	HitronTe_af:b1:98	Broadcast	802.11	296	Beacon frame, SN=2371, FN=0, Flags=........C, BI=100, SSID=FlyingNet
358	14.848210	HitronTe_af:b1:98	Broadcast	802.11	296	Beacon frame, SN=2373, FN=0, Flags=........C, BI=100, SSID=FlyingNet
359	14.849841	HitronTe_af:b1:99	Broadcast	802.11	205	Beacon frame, SN=2374, FN=0, Flags=........C, BI=100, SSID=NOS_WIFI_Fon
360	14.950611	HitronTe_af:b1:98	Broadcast	802.11	296	Beacon frame, SN=2375, FN=0, Flags=........C, BI=100, SSID=FlyingNet
361	14.952099	HitronTe_af:b1:99	Broadcast	802.11	205	Beacon frame, SN=2376, FN=0, Flags=........C, BI=100, SSID=NOS_WIFI_Fon

Figura 7: Tramas Beacon.

$14.848210 - 14.745813 = 0.102397$ (FlyingNet: trama 358-trama 357)
$14.952099 - 14.849841 = 0.102258$ (NOS_WIFI_Fon: trama 361-trama 359)

Analisando os resultados, concluiu-se que o tempo previsto é verificado. Uma vez que a diferença entre o tempo previsto e o tempo verificado na prática encontra-se na ordem da quarta casa decimal.

8. Identifique e registe todos os endereços MAC usados nas tramas beacon enviadas pelos APs. Recorde que o endereçamento está definido no cabeçalho das tramas 802.11, podendo ser utilizados até quatro endereços com diferente semântica. Para uma descrição detalhada da estrutura da trama 802.11, consulte o anexo ao enunciado.

Os endereços MAC usados nas tramas beacon enviadas pelos APs, podem ser verificadas na seguinte figura 8:

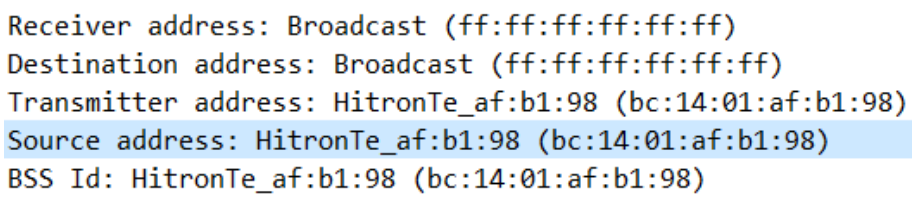


Figura 8: Endereço de uma trama beacon enviada por um AP.

Através da figura supracitada, é possível analisar que tanto o Receiver como o Destination é o Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff), o Transmiter e o Source também são os mesmos sendo este o (bc:14:01:af:b1:98). É de notar que estes dois últimos endereços mudam conforme o AP em questão.

9. As tramas beacon anunciam que o AP pode suportar vários débitos de base assim como vários *"extended support rates"*. Indique quais são esses débitos?

Os débitos são 6(B), 12(B), 24(B), 48 (Mbit/sec), como se pode verificar na seguinte figura:

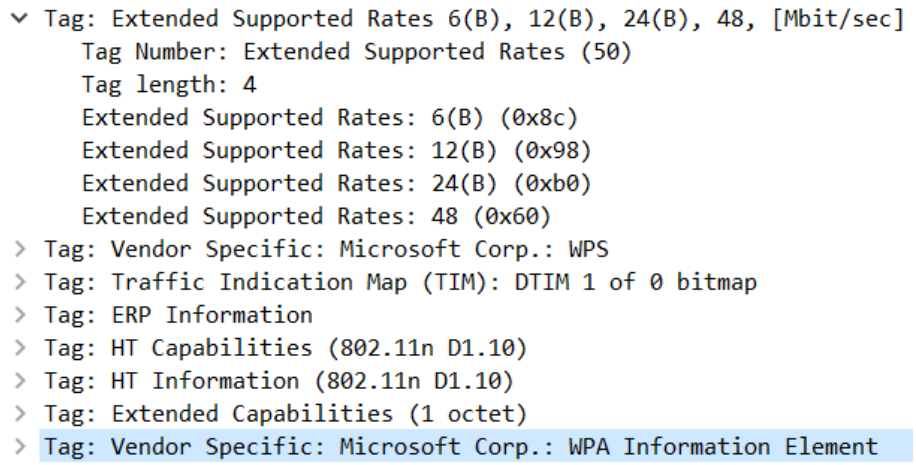


Figura 9: Campo de IEEE 802.11 Wireless LAN extendido de uma trama beacon.

10. Estabeleça um filtro Wireshark apropriado que lhe permita visualizar todas as tramas probing request ou probing response, simultaneamente.

O filtro utilizado foi o seguinte:

$$wlan.fc.type\_subtype\ eq\ 4\ ||\ wlan.fc.type\_subtype\ eq\ 5$$

Com este filtro foi possível obter os seguintes resultados presentes na figura 10.

wlan.fc.type_subtype eq 4 || wlan.fc.type_subtype eq 5

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1300	53.746911	Apple_10:6a:f5	Broadcast	802.11	155	Probe Request, SN=2516, FN=0, Flags=........C, SSID=Wildcard (Broadcast)
2467	70.147855	ea:a4:64:7b:b9:7a	Broadcast	802.11	167	Probe Request, SN=2540, FN=0, Flags=........C, SSID=2WIRE-PT-431
2468	70.149098	ea:a4:64:7b:b9:7a	Broadcast	802.11	155	Probe Request, SN=2541, FN=0, Flags=........C, SSID=Wildcard (Broadcast)
2469	70.149792	HitronTe_af:b1:98	ea:a4:64:7b:b9:7a	802.11	411	Probe Response, SN=2332, FN=0, Flags=........C, BI=100, SSID=FlyingNet
2471	70.150537	HitronTe_af:b1:98	ea:a4:64:7b:b9:7a	802.11	411	Probe Response, SN=2333, FN=0, Flags=........C, BI=100, SSID=FlyingNet
2473	70.151237	HitronTe_af:b1:98	ea:a4:64:7b:b9:7a	802.11	411	Probe Response, SN=2334, FN=0, Flags=........C, BI=100, SSID=FlyingNet
2475	70.151709	HitronTe_af:b1:99	ea:a4:64:7b:b9:7a	802.11	201	Probe Response, SN=2335, FN=0, Flags=........C, BI=100, SSID=NOS_WIFI_Fon
2477	70.152099	HitronTe_af:b1:99	ea:a4:64:7b:b9:7a	802.11	201	Probe Response, SN=2336, FN=0, Flags=........C, BI=100, SSID=NOS_WIFI_Fon
2479	70.152570	HitronTe_af:b1:99	ea:a4:64:7b:b9:7a	802.11	201	Probe Response, SN=2337, FN=0, Flags=........C, BI=100, SSID=NOS_WIFI_Fon
2603	72.179215	Apple_10:6a:f5	Broadcast	802.11	164	Probe Request, SN=2563, FN=0, Flags=........C, SSID=FlyingNet
2606	72.179924	HitronTe_af:b1:98	Apple_10:6a:f5	802.11	411	Probe Response, SN=2346, FN=0, Flags=........C, BI=100, SSID=FlyingNet
2608	72.180590	HitronTe_af:b1:98	Apple_10:6a:f5	802.11	411	Probe Response, SN=2347, FN=0, Flags=........C, BI=100, SSID=FlyingNet
2610	72.181275	HitronTe_af:b1:98	Apple_10:6a:f5	802.11	411	Probe Response, SN=2348, FN=0, Flags=........C, BI=100, SSID=FlyingNet
2616	72.201570	Apple_10:6a:f5	Broadcast	802.11	164	Probe Request, SN=2565, FN=0, Flags=........C, SSID=FlyingNet
2617	72.202150	HitronTe_af:b1:98	Apple_10:6a:f5	802.11	411	Probe Response, SN=2350, FN=0, Flags=........C, BI=100, SSID=FlyingNet
2619	72.202807	HitronTe_af:b1:98	Apple_10:6a:f5	802.11	411	Probe Response, SN=2351, FN=0, Flags=........C, BI=100, SSID=FlyingNet
2621	72.203485	HitronTe_af:b1:98	Apple_10:6a:f5	802.11	411	Probe Response, SN=2352, FN=0, Flags=........C, BI=100, SSID=FlyingNet
2650	72.488998	Apple_10:6a:f5	Broadcast	802.11	164	Probe Request, SN=2585, FN=0, Flags=........C, SSID=FlyingNet

Figura 10: Conjunto de tramas probing request ou probing response.

11. 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 o propósito das mesmas?

Foi identificada a seguinte sequência de tramas onde está descrita a situação pretendida:

2606	72.179924	HitronTe_af:b1:98	Apple_10:6a:f5	802.11	411 Probe Response, SN=2346, FN=0, Flags=........C, BI=100, SSID=FlyingNet
2608	72.180590	HitronTe_af:b1:98	Apple_10:6a:f5	802.11	411 Probe Response, SN=2347, FN=0, Flags=........C, BI=100, SSID=FlyingNet
2610	72.181275	HitronTe_af:b1:98	Apple_10:6a:f5	802.11	411 Probe Response, SN=2348, FN=0, Flags=........C, BI=100, SSID=FlyingNet
2616	72.201570	Apple_10:6a:f5	Broadcast	802.11	164 Probe Request, SN=2565, FN=0, Flags=........C, SSID=FlyingNet
2617	72.202150	HitronTe_af:b1:98	Apple_10:6a:f5	802.11	411 Probe Response, SN=2350, FN=0, Flags=........C, BI=100, SSID=FlyingNet
2619	72.202807	HitronTe_af:b1:98	Apple_10:6a:f5	802.11	411 Probe Response, SN=2351, FN=0, Flags=........C, BI=100, SSID=FlyingNet
2621	72.203485	HitronTe_af:b1:98	Apple_10:6a:f5	802.11	411 Probe Response, SN=2352, FN=0, Flags=........C, BI=100, SSID=FlyingNet

Figura 11: Sequência de um probing request seguido de um probing response.

Foram analisados também os endereços no probing request e response da figura 11, com os seguintes resultados.

```
Receiver address: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
Destination address: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
Transmitter address: Apple_10:6a:f5 (64:9a:be:10:6a:f5)
Source address: Apple_10:6a:f5 (64:9a:be:10:6a:f5)
BSS Id: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
.... .... .... 0000 = Fragment number: 0
1010 0000 0101 .... = Sequence number: 2565
Frame check sequence: 0x620b9a9e [correct]
[FCS Status: Good]
```

Figura 12: Endereços presentes no probing request (trama 2616).

```
Receiver address: Apple_10:6a:f5 (64:9a:be:10:6a:f5)
Destination address: Apple_10:6a:f5 (64:9a:be:10:6a:f5)
Transmitter address: HitronTe_af:b1:98 (bc:14:01:af:b1:98)
Source address: HitronTe_af:b1:98 (bc:14:01:af:b1:98)
BSS Id: HitronTe_af:b1:98 (bc:14:01:af:b1:98)
.... .... .... 0000 = Fragment number: 0
1001 0010 1111 .... = Sequence number: 2351
Frame check sequence: 0x31a33004 [correct]
[FCS Status: Good]
```

Figura 13: Endereços presentes no probing response (trama 2617).

Ou seja, tendo em conta a figura 12 e a figura 13, o probing request tem origem no mesmo STA (64:9a:be:10:6a:f5) presente na figura 12. O STA envia uma trama deste tipo para anunciar a sua presença e transmitir informações ao AP. Assim, a utilidade da trama anda em redor do conceito de um STA poder identificar os APs que se encontram no seu alcance rádio com active scanning, ou seja, isso implica que os APs que estejam dentro do alcance do STA respondam com um probe response, que irá conter informação útil acerca de todo o processo. Na figura 11 é possível ver os probes requests seguidos de probe responses, sendo que ,por exemplo, na figura 13 o (bc:14:01:af:b1:98) responde.

12. Identifique uma sequência de tramas que corresponda a um processo de associação completo entre o STA e o AP, incluindo a fase de autenticação.

Nesta pergunta foi também utilizado um filtro de modo a facilitar a selecção de tramas envolvidas no processo de associação entre o STA e o AP, sendo esse filtro o seguinte:

wlan.fc.type_subtype eq 11 || wlan.fc.type_subtype eq 0 || wlan.fc.type_subtype eq 1

O filtro utilizado visa a filtrar todos os pedidos de associação (response e request) e de autenticação. Foram obtidos os seguintes resultados depois de o aplicar.

Na figura infracitada está discriminada uma sequência de tramas que corresponde a um processo de associação com a fase de autenticação incluída.

2486	70.361782	Apple_10:6a:f5	HitronTe_af:b1:98	802.11	70 Authentication, SN=2542, FN=0, Flags=........C
2488	70.381869	HitronTe_af:b1:98	Apple_10:6a:f5	802.11	59 Authentication, SN=2338, FN=0, Flags=........C
2490	70.383512	Apple_10:6a:f5	HitronTe_af:b1:98	802.11	175 Association Request, SN=2543, FN=0, Flags=........C, SSID=FlyingNet
2492	70.389339	HitronTe_af:b1:98	Apple_10:6a:f5	802.11	225 Association Response, SN=2339, FN=0, Flags=........C

Figura 14: Sequência completa de associação.

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

Efectuou-se o seguinte diagrama, que ilustra a troca de tramas:

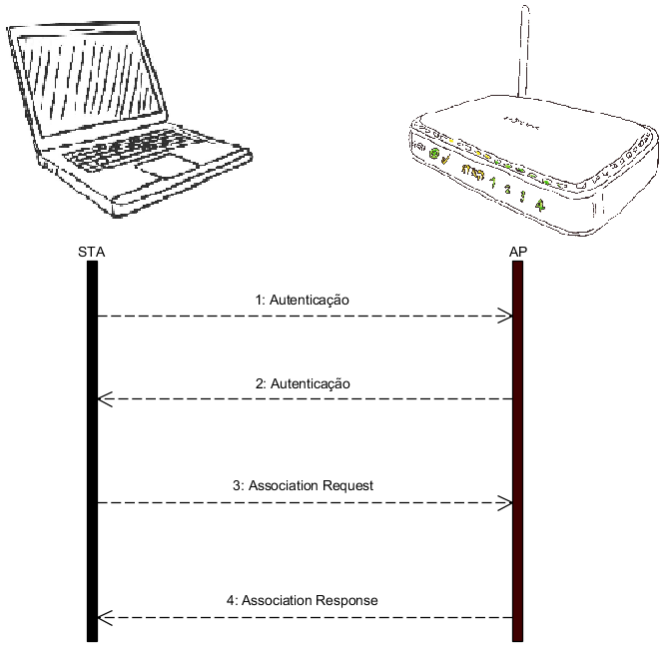


Figura 15: Diagrama ilustrativo da sequência da troca de tramas de associação e autenticação.

14. Considere a trama de dados nº455. Sabendo que o campo Frame Control contido no cabeçalho das tramas 802.11 permite especificar a direcionalidade das tramas, o que pode concluir face à direcionalidade dessa trama, será local à WLAN?

A trama de dados nº455 possui a direção "*To DS: 0 From DS:1*", logo o sender é um MAC Router, o transmiter é um MAC AP, e o receiver é um MAC STA, pelo que é local à WLAN, como se pode verificar na figura 16.

```
Flags: 0x42
   .... ..10 = DS status: Frame from DS to a STA via AP(To DS: 0 From DS: 1) (0x2)
   .... .0.. = More Fragments: This is the last fragment
   .... 0... = Retry: Frame is not being retransmitted
   ...0 .... = PWR MGT: STA will stay up
   ..0. .... = More Data: No data buffered
   .1.. .... = Protected flag: Data is protected
   0... .... = Order flag: Not strictly ordered
```

Figura 16: Direcionalidade da trama nº455.

15. Para a trama de dados nº455, transcreva os endereços MAC em uso, identificando qual o endereço MAC correspondente ao host sem fios (STA), ao AP e ao router de acesso ao sistema de distribuição?

O endereço MAC correspondente ao host sem fios (STA) é (d8:a2:5e:71:41:a1), o AP é de (bc:14:01:af:b1:98) e, por fim, o do router de acesso ao sistema de distribuição ,ou seja, o transmitter address é (bc:14:01:af:b1:98), esses dados podem ser consultados na seguinte figura.

```
Receiver address: Apple_71:41:a1 (d8:a2:5e:71:41:a1)
Transmitter address: HitronTe_af:b1:98 (bc:14:01:af:b1:98)
Destination address: Apple_71:41:a1 (d8:a2:5e:71:41:a1)
Source address: HitronTe_af:b1:98 (bc:14:01:af:b1:98)
BSS Id: HitronTe_af:b1:98 (bc:14:01:af:b1:98)
STA address: Apple_71:41:a1 (d8:a2:5e:71:41:a1)
```

Figura 17: Endereços relativos à trama nº455.

16. Como interpreta a trama nº457 face à sua direcionaloidade e endereçamento MAC?

A trama de dados nº457, como se pode verificar an figura 18, a direccionalidade é contrária à da trama nº455, isto é, possui a direcção "*To DS: 1 From: 0*", logo o sender é um MAC STA e o receiver é MAC AP e o destination é um MAC Router. No que toca ao endereçamento desta trama, o source address é (d8:a2:5e:71:41:a1), o transmitter address é também o (d8:a2:5e:71:41:a1) e o destination address é (bc:14:01:af:b1:98), como se pode verificar na figura 19.

```
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
   .... 0... = Retry: Frame is not being retransmitted
   ...0 .... = PWR MGT: STA will stay up
   ..0. .... = More Data: No data buffered
   .1.. .... = Protected flag: Data is protected
   0... .... = Order flag: Not strictly ordered
```

Figura 18: Direcionalidade da trama nº457.

```
Receiver address: HitronTe_af:b1:98 (bc:14:01:af:b1:98)
Transmitter address: Apple_71:41:a1 (d8:a2:5e:71:41:a1)
Destination address: HitronTe_af:b1:98 (bc:14:01:af:b1:98)
Source address: Apple_71:41:a1 (d8:a2:5e:71:41:a1)
BSS Id: HitronTe_af:b1:98 (bc:14:01:af:b1:98)
STA address: Apple_71:41:a1 (d8:a2:5e:71:41:a1)
```

Figura 19: Endereços relativos à trama nº457.

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

A trama de controlo transmitida ao longo da transferência de dados acima mencionada é a seguinte figura :

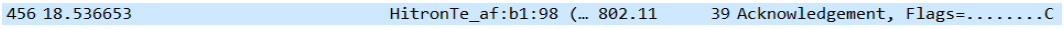


Figura 20: Trama de controlo nº456.

```
IEEE 802.11 Acknowledgement, Flags: ........C
   Type/Subtype: Acknowledgement (0x001d)
 ▾ Frame Control Field: 0xd400
      .... ..00 = Version: 0
      .... 01.. = Type: Control frame (1)
      1101 .... = Subtype: 13
   ▾ Flags: 0x00
        .... ..00 = DS status: Not leaving DS or network is operating in AD-HOC mode (To DS: 0 From DS: 0) (0x0)
        .... .0.. = More Fragments: This is the last fragment
        .... 0... = Retry: Frame is not being retransmitted
        ...0 .... = PWR MGT: STA will stay up
        ..0. .... = More Data: No data buffered
        .0.. .... = Protected flag: Data is not protected
        0... .... = Order flag: Not strictly ordered
   .000 0000 0000 0000 = Duration: 0 microseconds
   Receiver address: HitronTe_af:b1:98 (bc:14:01:af:b1:98)
   Frame check sequence: 0x248a5cbe [correct]
   [FCS Status: Good]
```

Figura 21: Endereços relativos à trama nº456.

O subtipo da trama de controlo que é transmitido é *Acknowledgement* como se pode verificar na figura 21 no campo Type/Subtype. É necessária a presença desta uma vez que não há maneira de detetar colisões numa rede Wireless, pelo

que depois de receber uma trama de dados, a STA receptora irá utilizar um código para detetar a presença de erros, e este *Acknowledgement* será eviado para a STA emissora, se não forem detetados erros. Caso a STA emissora não receber o *Acknowledgement* dentro de um determinado período de tempo, retransmite a trama.

18. O uso de tramas Request To Send e Clear To Send, apesar de opcional, é comum para efectuar "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.

De facto, está a ser usado as tramas Request To Send e o Clear To Send, para tal foi elaborado o seguinte filtro de modo a auxiliar na tarefa de análise das tramas:

wlan.fc.type_subtype eq 27 || wlan.fc.type_subtype eq 28 || wlan.fc.type_subtype eq 29

O filtro, utilizado serve para separar as outras tramas das tramas do tipo Control Frame, onde se obteve os seguintes resultados:

456	18.536653		HitronTe_af:b1:98 (…	802.11	39 Acknowledgement, Flags=........C
458	18.540043		Apple_71:41:a1 (d8:…	802.11	39 Acknowledgement, Flags=........C
464	18.780928		Apple_71:41:a1 (d8:…	802.11	39 Acknowledgement, Flags=........C
519	21.531991	Apple_10:6a:f5 (64:…	HitronTe_af:b1:98 (…	802.11	45 Request-to-send, Flags=........C
520	21.532004		Apple_10:6a:f5 (64:…	802.11	39 Clear-to-send, Flags=........C
524	21.532171		Apple_10:6a:f5 (64:…	802.11	39 Acknowledgement, Flags=........C
529	21.547047	Apple_10:6a:f5 (64:…	HitronTe_af:b1:98 (…	802.11	45 Request-to-send, Flags=........C
530	21.547057		Apple_10:6a:f5 (64:…	802.11	39 Clear-to-send, Flags=........C
533	21.548964	Apple_10:6a:f5 (64:…	HitronTe_af:b1:98 (…	802.11	45 Request-to-send, Flags=........C
534	21.548970		Apple_10:6a:f5 (64:…	802.11	39 Clear-to-send, Flags=........C
539	21.550282	Apple_10:6a:f5 (64:…	HitronTe_af:b1:98 (…	802.11	45 Request-to-send, Flags=........C
540	21.550288		Apple_10:6a:f5 (64:…	802.11	39 Clear-to-send, Flags=........C
543	21.551568	Apple_10:6a:f5 (64:…	HitronTe_af:b1:98 (…	802.11	45 Request-to-send, Flags=........C
544	21.551576		Apple_10:6a:f5 (64:…	802.11	39 Clear-to-send, Flags=........C
546	21.588982	HitronTe_af:b1:98 (…	Apple_10:6a:f5 (64:…	802.11	45 Request-to-send, Flags=........C
547	21.588987		HitronTe_af:b1:98 (…	802.11	39 Clear-to-send, Flags=........C
549	21.591336	Apple_10:6a:f5 (64:…	HitronTe_af:b1:98 (…	802.11	45 Request-to-send, Flags=........C
550	21.591340		Apple_10:6a:f5 (64:…	802.11	39 Clear-to-send, Flags=........C

Figura 22: Tramas do tipo Control Frame.

No que toca a direcionalidade das tramas, no request to send o transmitter corresponde ao STA, sendo o receiver o AP/Router, nas tramas clear to send apenas existe o receiver, sendo que este corresponde ao STA, como se pode verificar na figura 23 e na figura 24.

```
Receiver address: HitronTe_af:b1:98 (bc:14:01:af:b1:98)
Transmitter address: Apple_10:6a:f5 (64:9a:be:10:6a:f5)
Frame check sequence: 0x646ba007 [correct]
[FCS Status: Good]
```

Figura 23: Endereçamento na mensagem Request to Send.

```
Receiver address: Apple_10:6a:f5 (64:9a:be:10:6a:f5)
Frame check sequence: 0xec2219be [correct]
[FCS Status: Good]
```

Figura 24: Endereçamento na mensagem Clear to Send.

2 Conclusão

A concretização deste trabalho permitiu ao grupo obter maiores conhecimentos no que toca ao protocolo IEEE 802.11, sendo este um dos protocolos mais importantes dado à sua relevância na sociedade atual, no que refere ao formato das tramas que o constituem, como no nível dos endereços dos componentes que fazem parte da comunicação sem fios. Relativamente as tramas em si, foram estudadas com maior promenor os três tipos, as tramas de gestão, as de controlo e as tramas de dados, responsáveis pela transmissão e a comunicação de dados.