# Redes de Computadores
# Trabalho Prático Nº4
# Redes Sem Fios (802.11)

Alexandra Candeias, Pedro Araújo, and Tiago Ribeiro

University of Minho, Department of Informatics, 4710-057 Braga, Portugal
e-mail: {a89521,a70699,a76420}@alunos.uminho.pt

## 1 Introdução

A elaboração do presente relatório tem o intuito de responder às questões colocadas ao longo do guião do *Trabalho Prático 4* (TP4), cujo o foco é o estudo do protocolo *IEEE 802.11*, também conhecido como *Wi-Fi*. As questões realizadas têm como objectivo primordial a consolidação de conhecimentos sobre o formato que as tramas apresentam no protocolo, assim como o endereçamento envolvido na comunicação sem fios, os tipos de tramas mais comuns e finalmente como opera o protocolo como um todo. Assim sendo, na secção 2 são expostas as questões presentes no TP4 e apresentadas respostas às mesmas. Na secção 3, são realizadas as devidas conclusões.

## 2 Questões e Respostas

Esta secção tem o intuito de responder às questões colocadas no guião do TP4.

### 2.1 Acesso Rádio

Como pode ser observado, a sequência de bytes capturada inclui informação do nível físico (radio information), para além dos bytes correspondentes a tramas 802.11. Para a trama correspondente 371, foram obtidos os seguintes resultados para as questões colocadas.

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

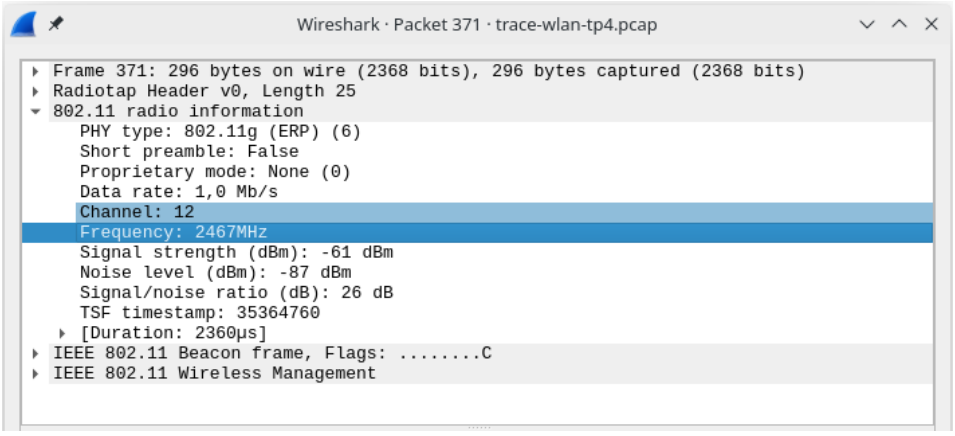



**Fig. 1.** Frequência e Canal

R: Como é observável na Figura 1, a rede sem fios está a operar na frequência 2467 MHz e esta corresponde ao Canal 12.

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

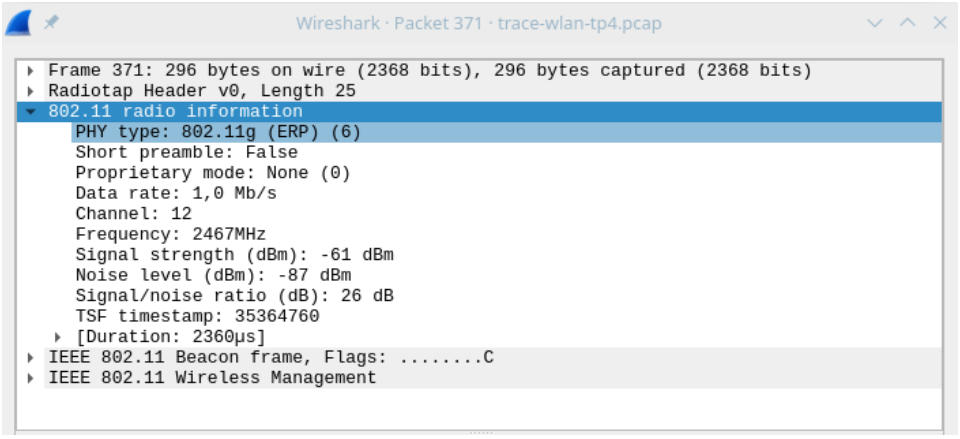



**Fig. 2.** Versão do protocolo *IEEE 802.11*

R: Recorrendo à Figura 2, a versão que está a ser usada do protocolo em questão corresponde à 802.11g.

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

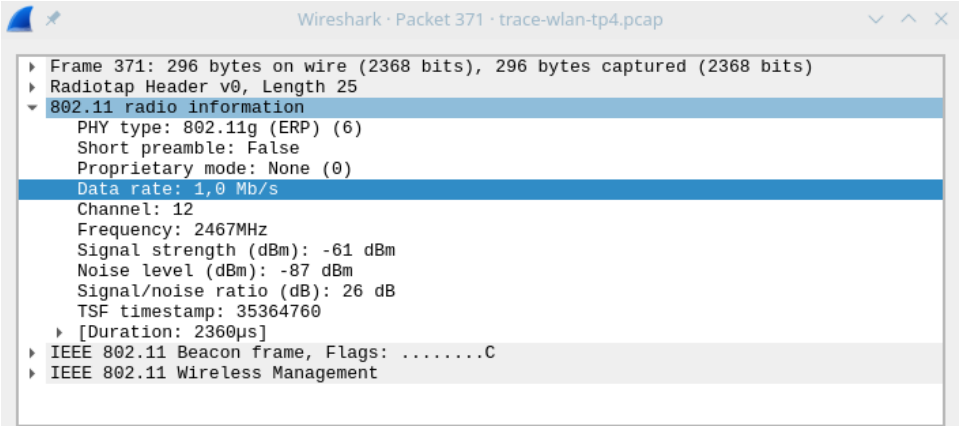



**Fig. 3.** Débito da trama 371

R: Como se encontra acima representado pela Figura 3, o débito é igual a 1.0 Mb/s. Este débito não corresponde ao débito máximo a que a interface *Wi-Fi* pode operar pois como se trata de uma trama pequena este débito por sua vez tamnbém irá ser pequeno. No caso de se transmitir tramas maiores, como é o exemplo das tramas de dados, este débito irá ser maior. O débito máximo atingido pela versão 802.11g é de 58Mbps.

## 2.2 Scanning Passivo e Scanning Ativo

As tramas beacon permitem efetuar scanning passivo em redes IEEE 802.11 (WiFi). Para responder às seguintes questões foi usada a trama 1071.

**4. Selecione uma trama beacon (e.g., trama 10XX). 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 (ver anexo)?**

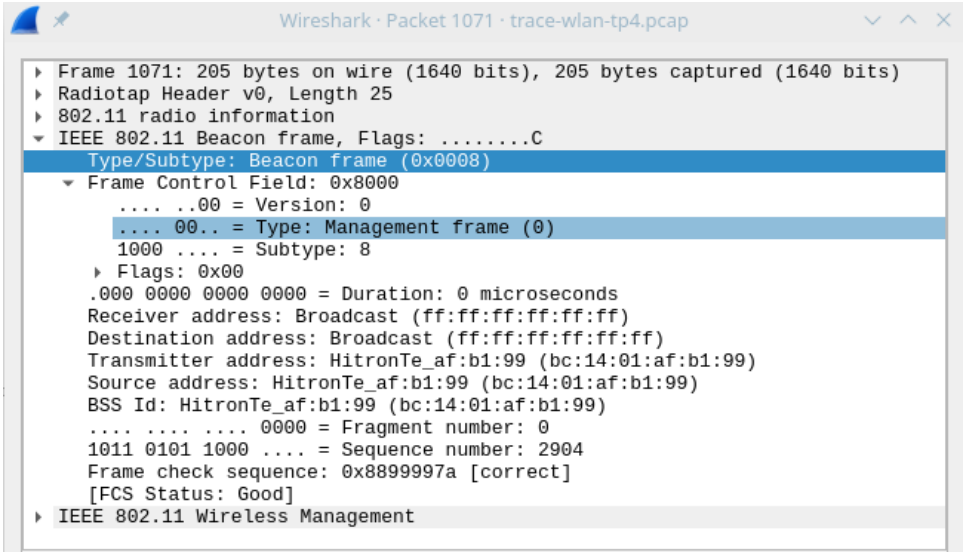



**Fig. 4.** Beacon

R: Como observável na Figura 4, esta trama é do tipo *Management Frame* sendo a mesma uma Trama de Anúncio, *Beacon*. O valor do identificador do tipo é 0, já o de subtipo é 8. (Visto na imagem acima). Esta parte encontra-se especificada no campo *Frame Control* da trama.

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

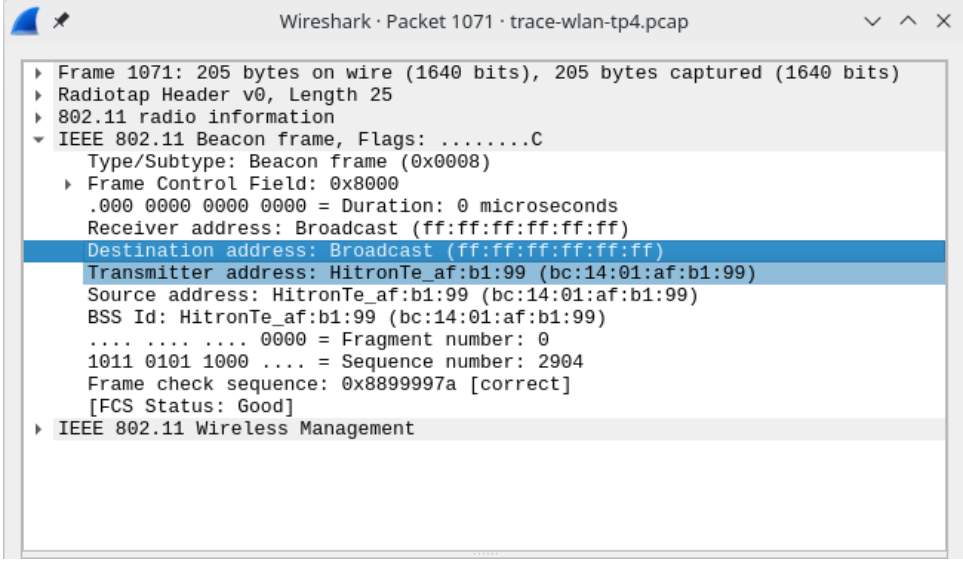



**Fig. 5.** Endereços MAC da trama 1071

R: Como é possível visualizar na Figura 5, os endereços MAC são:
Endereço Máquina: *bc:14:01:af:b1:99*, sendo este o endereço de origem;
Broadcast: *ff:ff:ff:ff:ff:ff*, sendo este por usa vez o endereço destino.
Conclui-se que sendo esta trama um *Beacon*, esta é enviada com o endereço destino em Broadcast e, claro, o endereço origem.

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

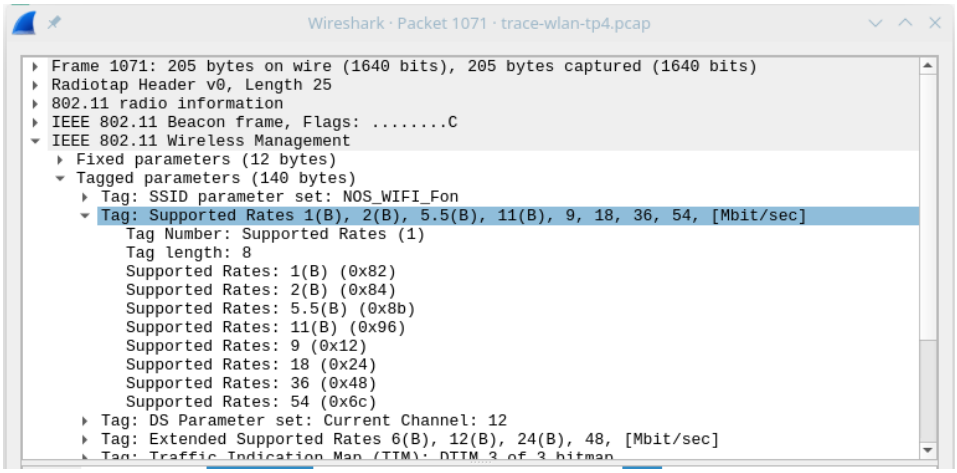



**Fig. 6.**

R: Como se verifica na Figura 6, os débitos de base são: *1(B), 2(B), 5.5(B), 11(B), 9, 18, 36 e 54 [Mbit/sec]*. Sendo o (B) as Basic Rates, isto é, débitos de versões mais antigas e os débitos adicionais serão: *6(B), 12(B), 24(B) e 48 Mbit/sec*.

**7. Qual o intervalo de tempo previsto entre tramas beacon consecutivas? (nota: este valor é anunciado na própria trama beacon). Na prática, a periodicidade de tramas beacon provenientes do mesmo AP é verificada? Tente explicar porquê.**

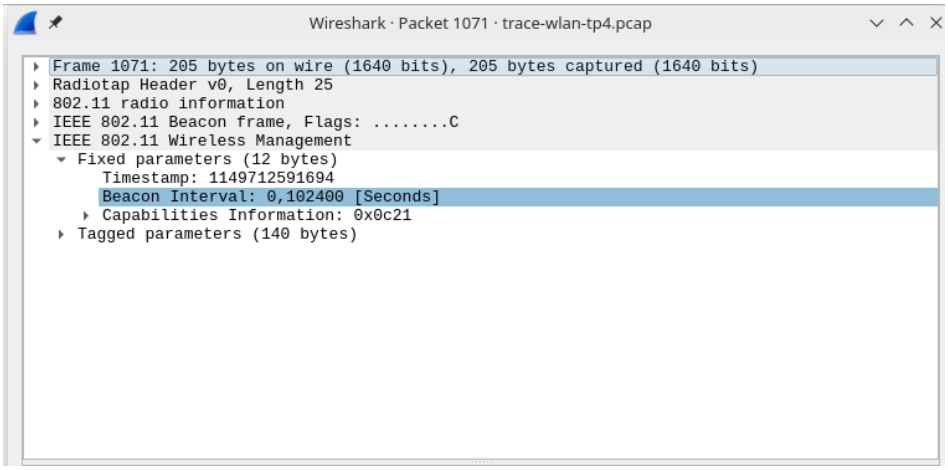



**Fig. 7.** Intervalo de tempo entre tramas *Beacon*

R: Como é visível na Figura 7, o intervalo previsto entre as tramas *Beacon* é de 0.102400 segundos. Na prática, a periodicidade de tramas *Beacon* não é exactamente igual ao valor teórico uma vez que podem surgir diversos problemas e/ou interferências na transmissão das tramas, em consequênia estas podem demorar mais ou menos tempo a chegar.

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

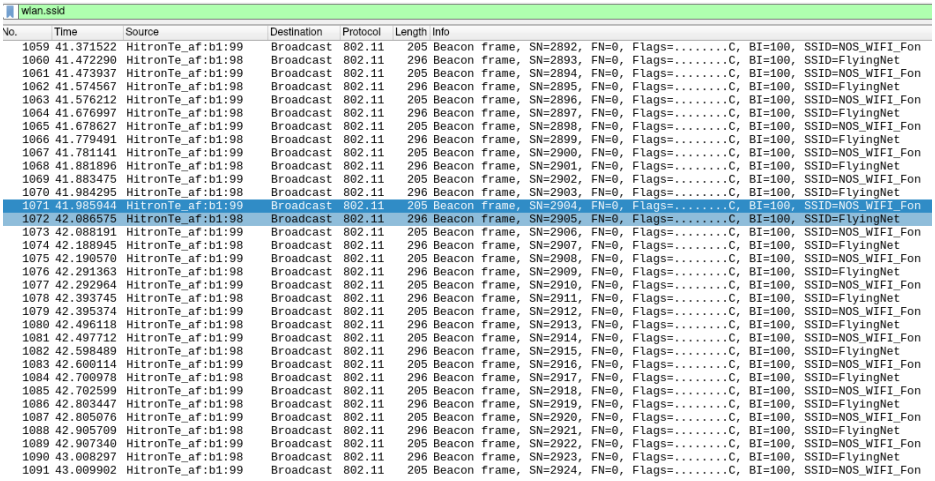



**Fig. 8.** *SSID* identificados

R: Os *SSID* dos APs que estão a operar na vizinhança são o *NOS_WIFI_Fon* e o *FlyingNet*, como é possível visualizar na Figura 8. Podemos verificar isto analisando o tráfego das tramas, concluindo assim que está ser enviadas tramas *Beacon* para estes dois APs.

**9. Verifique se está a ser usado o método de deteção de erros (CRC). Justifique. Que conclui? Justifique o porquê de usar deteção de erros em redes sem fios. No trace disponibilizado foi também registado scanning ativo (envolvendo tramas probe request e probe response), comum nas redes Wi-Fi como alternativa ao scanning passivo.**

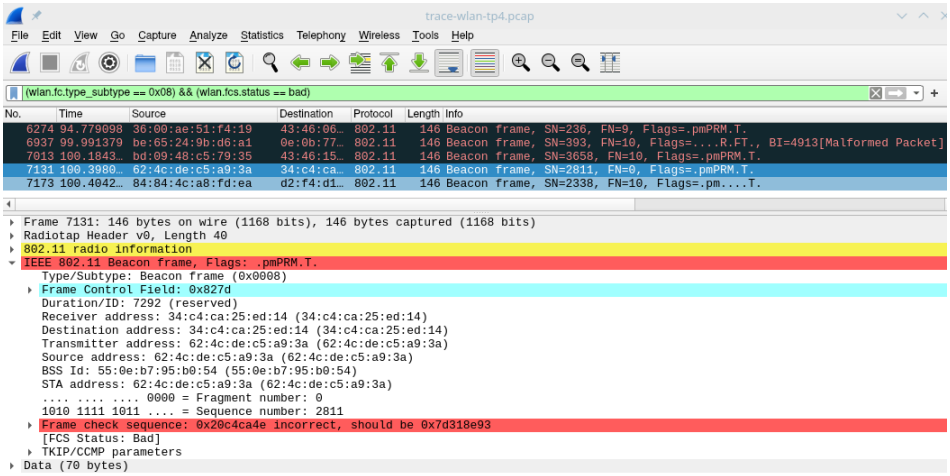



**Fig. 9.** Erros detectados nas tramas

R: No enunciado é sugerido que se faça uso do filtro $(wlan.fc.type\_subtype == 0x08) \&\& (wlan.fcs.status == bad)$, como representado na Figura 9. Conclui-se assim que foram detectadas algumas tramas com erros.
O uso de detecção em redes sem fios deve-se ao facto de estas ser muito susceptíveis a erros, devido à liberdade que os diversos dispositivos têm em transmitir informação, para além disso existem vários parâmetros a medir, como por exemplo, a distância da máquina ao AP, quantos utilizadores existem em volta deste do mesmo, entre outros. Face a estas questões é então necessário recorrer ao uso de FCS de modo a identificar os eventuais problemas que possam vir a existir.

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

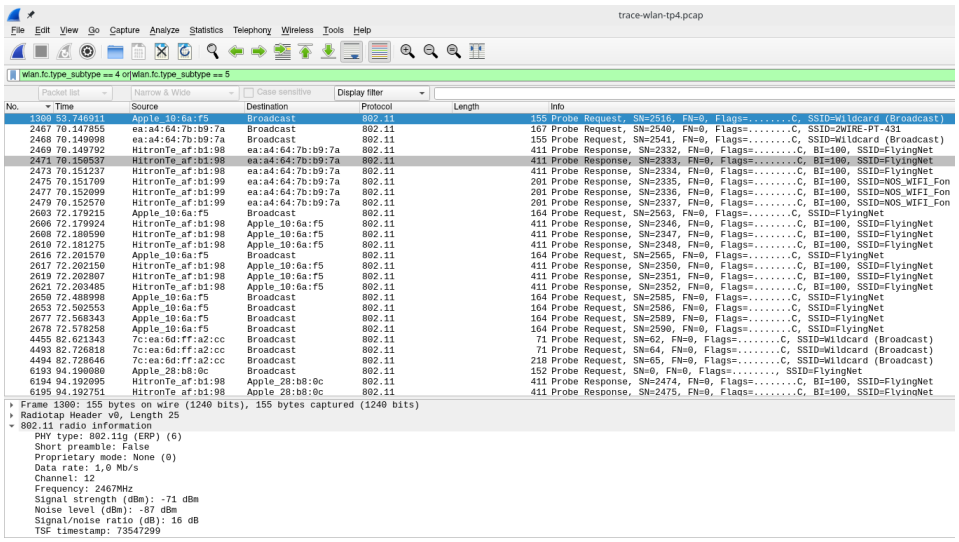



**Fig. 10.** Filtro de identificação de *Probing Request* ou *Probing Responses*

R: Como é visível na Figura 10, o filtro usado na identificação de *Probing Request* ou *Probing Responses* foi o $wlan.fc.type\_subtype == 4 or | wlan.fc.typer\_subtype == 5$.

**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 qual o propósito das mesmas?**

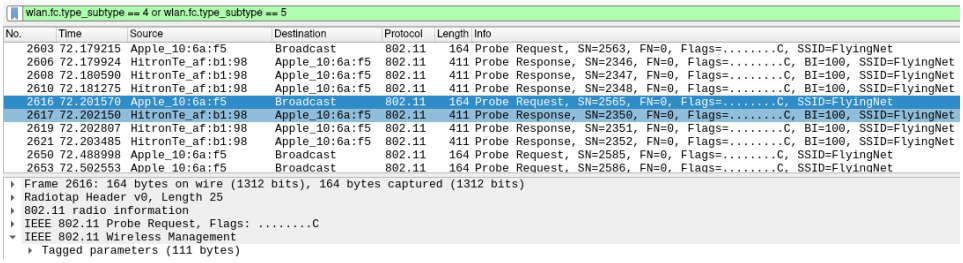



**Fig. 11.** *Probe Request* e respectiva *Probe Responses*

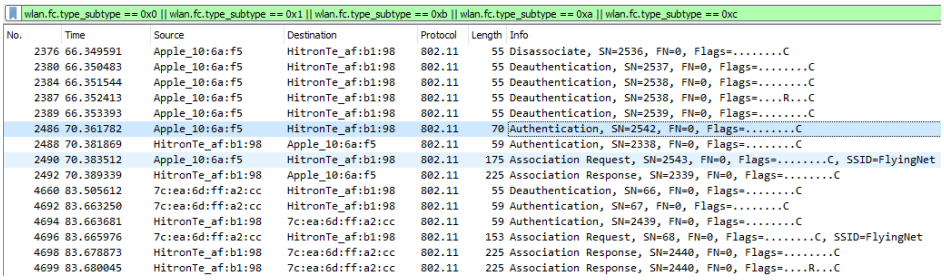
R: Pela Figura 11 é possível de observar que foi efectuado um *Probe Request* na trama *nº 2616* e que o respectivo *Probe Response* se encontra na trama *nº2621*.
É possível de observar que o *Probing Request* é emitido pelo STA *Apple_10:6a:f5*, sendo transmitida para todos os equipamentos da rede; por usa vez a *Probing Response* é dada pelo AP *HitronTe_af:b1:98*.
O propósito deste mecanismo tem o intuito de permitir ao STA determinar quais os APs que estão dentro do seu alcance rádio - *active scanning* - e aquando de uma resposta, este saber com qual AP pode comunicar.

## 2.3 Processo de Associação

Numa rede WiFI 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.

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



wlan.fc.type_subtype == 0x0 || wlan.fc.type_subtype == 0x1 || wlan.fc.type_subtype == 0xb || wlan.fc.type_subtype == 0xa || wlan.fc.type_subtype == 0xc

| No. | Time | Source | Destination | Protocol | Length | Info |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2376 | 66.349591 | Apple_10:6a:f5 | HitronTe_af:b1:98 | 802.11 | 55 | Disassociate, SN=2536, FN=0, Flags=........C |
| 2380 | 66.350483 | Apple_10:6a:f5 | HitronTe_af:b1:98 | 802.11 | 55 | Deauthentication, SN=2537, FN=0, Flags=........C |
| 2384 | 66.351544 | Apple_10:6a:f5 | HitronTe_af:b1:98 | 802.11 | 55 | Deauthentication, SN=2538, FN=0, Flags=........C |
| 2387 | 66.352413 | Apple_10:6a:f5 | HitronTe_af:b1:98 | 802.11 | 55 | Deauthentication, SN=2538, FN=0, Flags=....R...C |
| 2389 | 66.353393 | Apple_10:6a:f5 | HitronTe_af:b1:98 | 802.11 | 55 | Deauthentication, SN=2539, FN=0, Flags=........C |
| 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 |
| 4660 | 83.505612 | 7c:ea:6d:ff:a2:cc | HitronTe_af:b1:98 | 802.11 | 55 | Deauthentication, SN=66, FN=0, Flags=........C |
| 4692 | 83.663250 | 7c:ea:6d:ff:a2:cc | HitronTe_af:b1:98 | 802.11 | 59 | Authentication, SN=67, FN=0, Flags=........C |
| 4694 | 83.663681 | HitronTe_af:b1:98 | 7c:ea:6d:ff:a2:cc | 802.11 | 59 | Authentication, SN=2439, FN=0, Flags=........C |
| 4696 | 83.665976 | 7c:ea:6d:ff:a2:cc | HitronTe_af:b1:98 | 802.11 | 153 | Association Request, SN=68, FN=0, Flags=........C, SSID=FlyingNet |
| 4698 | 83.678873 | HitronTe_af:b1:98 | 7c:ea:6d:ff:a2:cc | 802.11 | 225 | Association Response, SN=2440, FN=0, Flags=........C |
| 4699 | 83.680045 | HitronTe_af:b1:98 | 7c:ea:6d:ff:a2:cc | 802.11 | 225 | Association Response, SN=2440, FN=0, Flags=....R...C |

**Fig. 12.** Associação Completa

R: Na Figura 12, é observável que da trama *nº 2486* à trama *nº 2492* existe uma sequência completa de associação incluindo a fase de autenticação.

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

R:

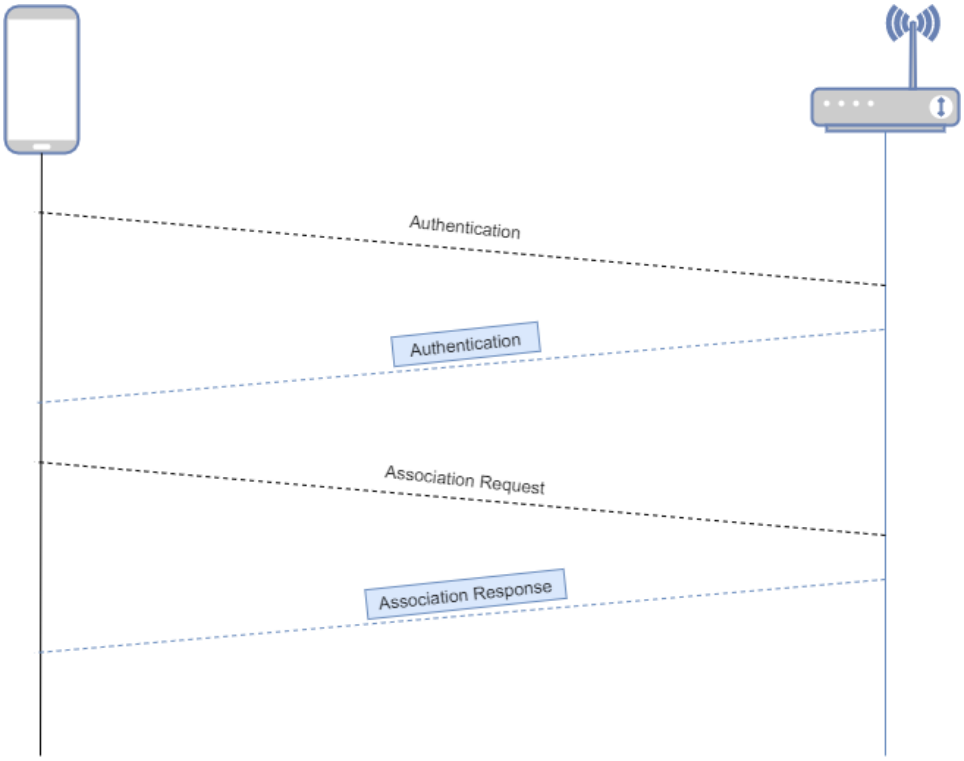



**Fig. 13.** Diagrama

## 2.4 Transferência de Dados

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

**14. Considere a trama de dados no455. 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?**

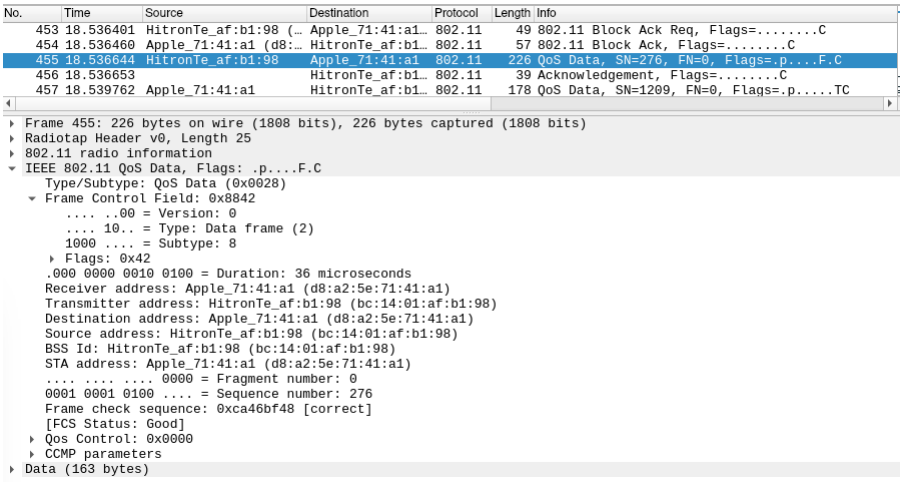



**Fig. 14.** Trama de dados *nº 455*

R: A trama tem como receptor da trama o STA local - *Apple_71:41:a1* -, o transmissor é o AP - *HiTronTe_af:b1:98*-, o destino é de novo o STA local e a fonte é o AP. Por isso poderá se afirmar que esta trama é local à WLAN.

**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?**

R: Pela Figura 14 poderá se observar que o endereço MAC do host sem fios (STA) - *Apple_71:41:a1* - é *d8:a2:53:71:41:a1* e do AP - *HiTronTe_af:b1:98*- é *bc:14:01:af:b1:98*. Este último será também o router de acesso ao sistema de distribuição.

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

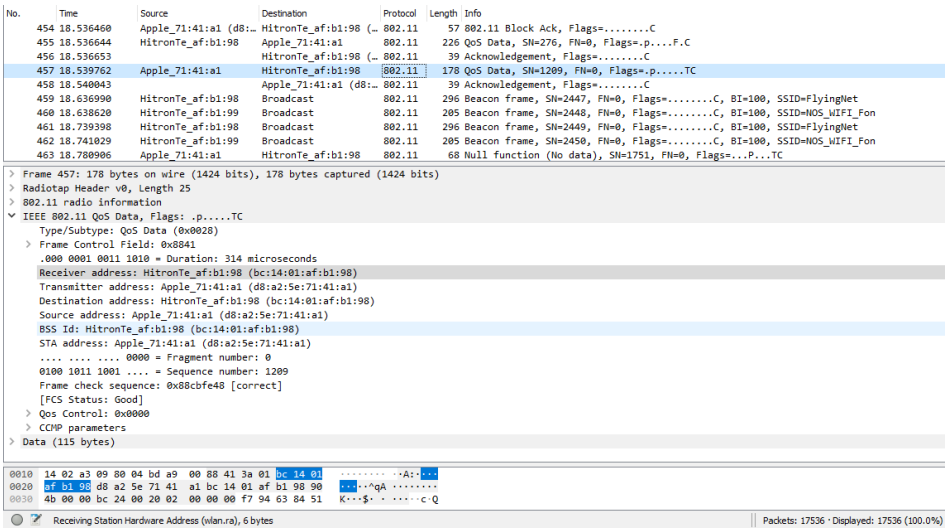



**Fig. 15.** Endereços MAC da trama *nº 457*

R: Analisando os endereços MAC presentes na Figura 15, é possível concluir que a trama é local à WLAN uma vez que esta tem como destino, e receptor, o AP, e como transmissor e fonte, o STA. Isto é, as tramas são internas à BSS - modo *adhoc*.

**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.)**

R: O subtipo das tramas de controlo é QoS Data. É necessário existir numa rede 802.11 devido ao facto de não ser possível dois STAs transmitir ao mesmo tempo, é necessário estabelecer uma prioridade entre os STAs que estejam a transmitir tramas cujo a informação é de serviços em tempo real, isto é, chat de voz/vídeo, jogos multi-jogador online, entre outros.

**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.**

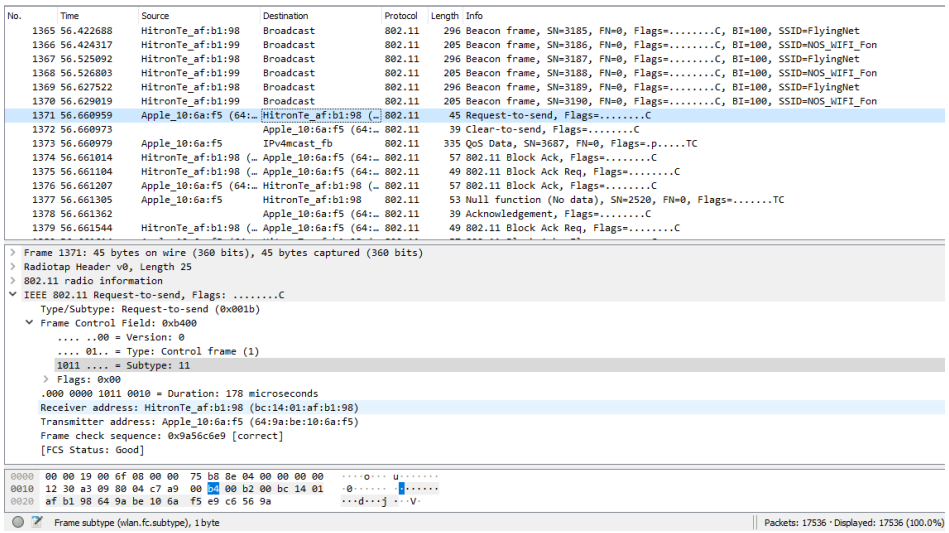



**Fig. 16.** Tramas *Request To Send* e *Clear To Send*

R: Como podemos observar na Figura 16, estão a ser usadas tramas RTS e CTS. As tramas são intrínsecas à BSS - modo *adhoc* - e os sistemas envolvidos são o STA: *64:91:be:10:6a:f5* e o AP: *bc:14:01:af:b1:98*.

## 3 Conclusões

Este trabalho prático permitiu um aprofundamento dos conhecimentos obtidos durante as aulas teóricas sobre Redes Sem Fios. De modo a responder às questões colocadas recorreu-se ao uso da ferramenta *WireShark* e à captura fornecida pela equipa docente. Procedeu-se, deste modo, à análise dos processos de conexão entre STA's e AP's, onde se observou os diferentes comportamentos entre estes. Alguns dos comportamentos analisados foram o envio de *Beacons*; *Probing Requests*, *Probing Responses* assim como *Request To Send* e *Clear To Send*. Foi ainda possível aprofundar os conhecimentos previamente adquiridos nos trabalhos práticos anteriores, no que toca à análise de tramas de dados e informação de vários pacotes. Deste modo, a elaboração deste trabalho prático permitiu a aquisição de conhecimentos no que toca a Redes Sem Fios, enquanto fomentou uma maior compreensão sobre gestão de redes e comportamentos dos diversos protocolos discutidos ao longo deste semestre na Unidade Curricular.