

# Aula Prática – Redes de Alto Desempenho

27 de Outubro de 2009

**1. Objetivo:** Introduzir os conceitos básicos de configuração, monitoração e de desempenho de redes locais sem-fio.

**2. Entenda o ambiente:** Diferentemente da rede cabeada, a infra-estrutura sem-fio é relativamente complexa de ser manipulada, exatamente porque não se tem idéia do tipo de atividade que pode estar existindo em determinado momento em uma área específica. Neste laboratório, por exemplo, existe uma quantidade grande de fonte de tráfego wireless:

- As 24 máquinas do laboratório possuem placas 802.11b&g.
- Temos 3 APs no prédio: um no lab, um no corredor, em frente ao ultimo lab e um no andar de baixo, em frente à sala do Técnico (exatamente debaixo do nosso lab!). Estes APs aparecem com o SSID = ICMC\_USP\_C2.
- **Estamos trazendo mais 2 APs para serem configurados na aula.**

E as fontes de tráfego são muitas:

- Como todas os APs do ICMC estão num mesmo SSID<sup>1</sup>, pode haver usuários nômades nas redondezas acessando pesadamente a rede;
- Os APs jogam frames de controle (beacons) de tempos em tempos, para sinalizar as estações da sua existência;
- Cada estação envia, também esporadicamente, frames probes para checar as disponibilidades de acesso.

Além disso, protocolos de nível superior podem fazer broadcasts periódicos. Todos estes aspectos devem ser levados em consideração para se ter uma idéia mais ou menos precisa sobre o nível de qualidade que os usuários perceberão. Uma avaliação da presença de APs no ambiente e da qualidade do sinal recebido em cada ponto (um *survey*) é sempre recomendável. **É exatamente isso que faremos nesta prática: um site survey.** Existem equipamentos especiais para esse fim. No entanto, no experimento de hoje iremos medir o impacto real (em termos de Vazão, Jitter e perda de pacote) da interferência entre canais de dois pontos de acesso dentro do laboratório.

**3. Dinâmica:** Cada AP será configurado como roteador, formando 2 redes privadas individuais, como ilustra a Figura 1. Então, com essas 2 áreas (AP1 e AP2), cada grupo de 4 alunos por máquina cliente (3 clientes por área) irá associar-se ao seu respectivo Ponto de Acesso (AP). Esse limite de máquinas cliente é para limitar a carga gerada nos APs. Se tivéssemos as 24 máquinas ativas (que seria o ideal - mais ou menos um aluno por máquina) seria impossível obter medidas da rede (isso foi observado nas aulas práticas anteriores).

A prática será executada da seguinte forma:

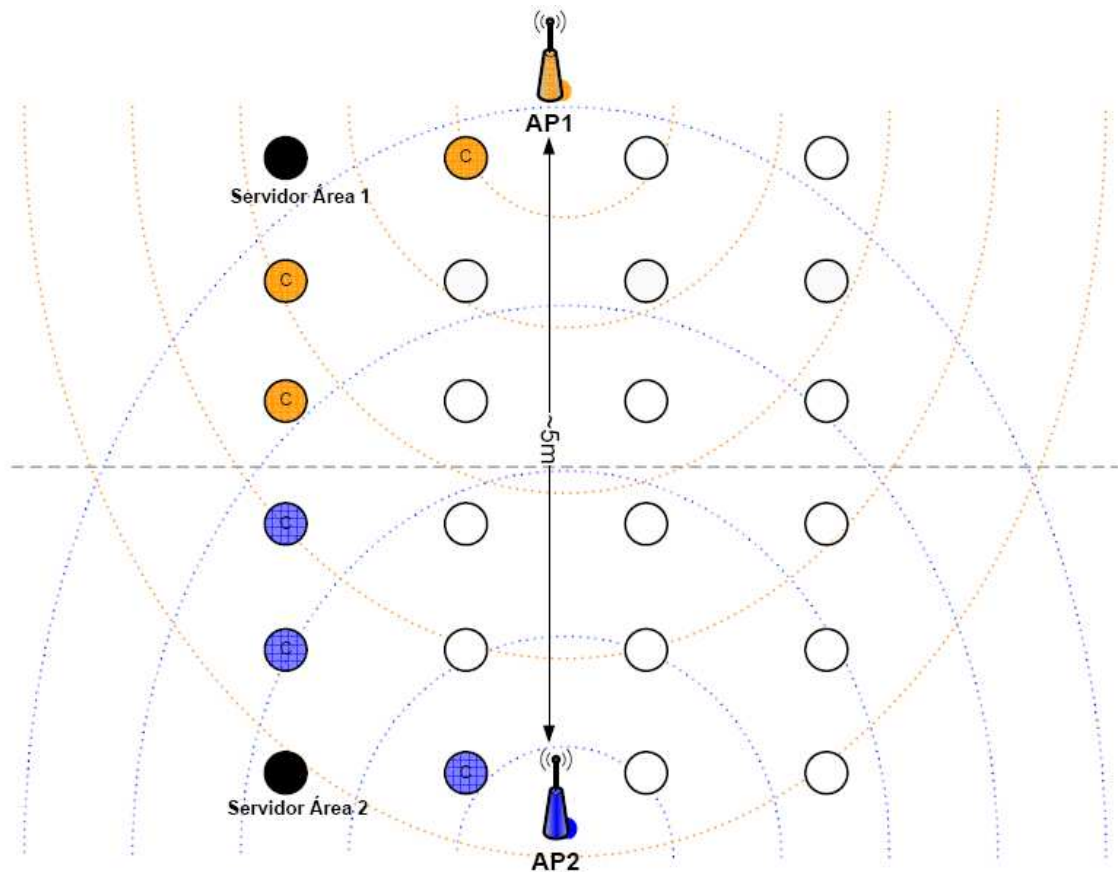
- O AP 1 será fixado no canal 1 e o AP2 será configurado para operar do Canal 1 até o canal 6 (**ver PARTE 1 e 2**). Para cada configuração de canais (e.g., 1x1, 1x2, 1x3, ..., 1x6), medidas de desempenho (Vazão, Jitter e perda de pacote) devem ser observadas (**ver PARTE 3**).
- Para cada configuração, pelo menos, uma amostra de tamanho 100 deverá ser obtida. Isso permitirá que medidas de dispersão (média e desvio padrão) sobre a

---

<sup>1</sup> (\*) SSID = Service Set Identifier, também conhecido por ESSID (Extended Service Set Identifier) ou Network Name – é o identificador da rede. Vários APs podem ter o mesmo ID. Já BSSID é o Basic Service Set Identifier, normalmente conhecido como o endereço MAC do AP.

amostra sejam estatisticamente válidas. Essas medidas serão observadas em cada nó utilizando a ferramenta Iperf (**ver PARTE 3**). Cada área terá um único servidor IPerf e cada cliente dessa área irá enviar fluxos UDP para ele.

- Com base nos dados obtidos, as questões da provinha poderá ser respondida.



**Figura 1:** Cenário que será observado no experimento desta aula prática. O laboratório será dividido da seguinte forma: 4 nós associados no AP de cada área. Cada área então possui 3 clientes (c) que enviam fluxos contínuos de UDP para o seu respectivo servidor. O AP1 será fixado no canal 1 e o AP2 irá operar do canal 1 ao canal 6. Medidas de desempenho deverão obtidas para cada uma das configurações de canais: 1x1, 1x2, 1x3, 1x4, 1x5, e 1x6.

# Provinha – Aula Prática

Data: 27/10/2009

Nomes:

1) Anote o impacto da sobreposição de canais para cada uma das configurações abaixo.

Parâmetros / Configuração	Intervalo	Bytes Trans.	Banda	Jitter	Datagramas Perdidos
1x1					
1x2					
1x3					
1x4					
1x5					
1x6					
2x2					
2x3					
2x4					
2x5					
2x6					
2x7					
3x3					
3x4					
3x5					
3x6					
3x7					
3x8					
4x4					
4x5					
4x6					
4x7					
4x8					
4x9					
...					

2) Sabe-se que a melhor distribuição de canais é quando não há sobreposição entre eles (ver ANEXO 1), ou seja, quando os pontos de acesso são espaçados em distâncias de 5 canais um do outro. Por exemplo, para um ambiente onde existem 3 pontos de acesso próximos, a melhor configuração dos canais seria 1, 6 e 11. Baseado no experimento realizado e nos **parâmetros obtidos na questão anterior**:

- Qual seria a melhor distribuição de canais se quiséssemos segmentar o **laboratório** em 4 redes privadas com 4 pontos de acesso. Esboce em esquema (figura) de posicionamento, alocação dos canais escolhidos, e distância entre os 4 AP.
- Qual seria a vazão, jitter e perda de pacotes na configuração 1x4 se o AP1 tivesse 6 nós e o AP2 com 24 nós.

3) Baseado na proporção dos 6 primeiros canais observados neste experimento, seria possível extrapolar a mesma relação para os outros 6 (do 6 ao 11: 6x6, 6x7, 6x8, ..., 6x11)? Por que? Como?

## PARTE 1

### Configuração do AP.

- 1) Conecte o cabo ethernet na porta 1 LAN, atenção, não é a porta Internet. Os computadores do laboratório possuem normalmente duas interfaces de rede, no Linux são identificadas como eth0 e eth1, verifique qual delas foi conectado ao AP.
- 2) Depois de conectado, execute o dhcp client na Interface. Uma forma de fazer é no shell é:
  - a. `# dhclient eth0` (ou eth1)
  - b. Verifique se foi configurado com o endereço IP correto, ou seja, deve pertencer a rede 192.168.0.0/24. Uma forma de verificar é utilizar o comando:  
`# ifconfig eth0`
- 3) Se tudo ocorreu bem, para acessar o gerenciador do AP aponte o browser (preferencialmente o Firefox) para `http://192.168.0.1` (esse é o endereço default do AP da D-Link). Caso você troque de endereço e o esqueça, reset o AP. O username default é Admin e não tem password.

### Troubleshoot<sup>2</sup>

- a) O dhclient não funcionou. O DHCP Server do AP pode estar desabilitado. Para habilitar (configuração default) reset o AP novamente, para isso pressione o botão reset 10s com o AP ligado.
- b) O endereço 192.168.0.1 não abriu o gerenciador do AP. A interface pode estar errada. Execute novamente o passo 2 com outra interface e aguarde, pois o DHCP Server do D-link é um pouco demorado.

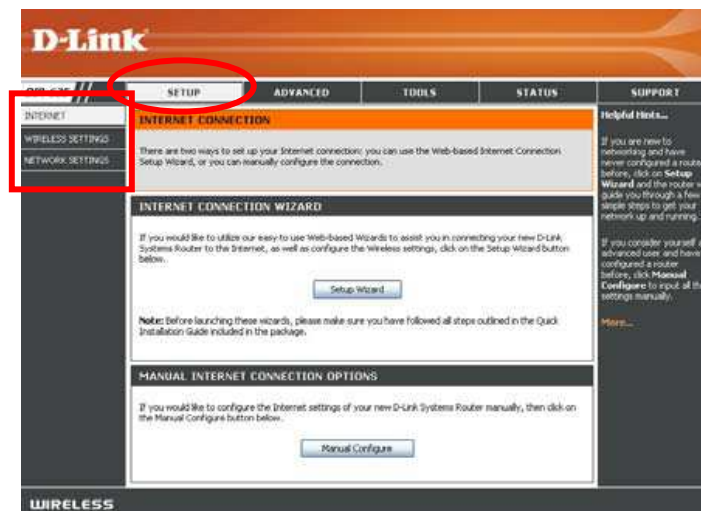


Figura 2 – Configurações principais

- 4) **Internet:** Configurar para DHCP. Isso quer dizer que, quando você conectar o teu AP na rede cabeada do lab, ele vai procurar um servidor na rede e obter os dados de conexão (IP, DNS server, Gateway e Netmask). Escolher Dynamic IP (DHCP). Deixe o restante como está.

- 5) **Wireless:** Wireless Name Network (SSID): AP1 (próximo da lousa); AP2 (no do fundo da sala). Configure AP1 para canal 1, e o AP2 do canal 1 ao 6 seguindo a dinâmica da prática. Ambos no modo 802.11g.
- 6) **Network:** A rede do AP1 será 192.168.1.0/24, o AP2 será 192.168.2.0/24. Quando terminar a configuração do AP, certifique-se que tudo está OK e desconecte o cabo da estação e conecte o cabo de rede (do lab) na porta Internet do AP.

**D-Link**

DIR-635

SETUP ADVANCED TOOLS STATUS SUPPORT

INTERNET

WIRELESS SETTINGS

NETWORK SETTINGS

Internet Connection

Use this section to configure your Internet Connection type. There are several connection types to choose from: Static IP, DHCP, PPPoE, PPTP, L2TP, and BigPond. If you are unsure of your connection method, please contact your Internet Service Provider.

Note: If using the PPPoE option, you will need to remove or disable any PPPoE client software on your computers.

Save Settings Don't Save Settings

INTERNET CONNECTION TYPE

Choose the mode to be used by the router to connect to the Internet.

My Internet Connection is: **Dynamic IP (DHCP)**

DYNAMIC IP (DHCP) INTERNET CONNECTION TYPE:

Use this Internet connection type if your Internet Service Provider (ISP) didn't provide you with IP Address information and/or a username and password.

Host Name:

Use Unicast: ☒ (compatibility for some DHCP Servers)

Primary DNS Server: 0.0.0.0

Secondary DNS Server: 0.0.0.0

MTU: 1500 (bytes) MTU default = 1500

MAC Address: 00:00:00:00:00:00

Clone Your PC's MAC Address

WIRELESS

Figura 3 – Internet Setting (a)

**D-Link**

DIR-635

SETUP ADVANCED TOOLS STATUS SUPPORT

INTERNET

WIRELESS SETTINGS

NETWORK SETTINGS

Wireless Network Settings

Use this section to configure the wireless settings for your D-Link Router. Please note that changes made on this section may also need to be duplicated on your Wireless Client.

Save Settings Don't Save Settings

WIRELESS NETWORK SETTINGS

Enable Wireless: ☒

Wireless Network Name: **link** (Also called the SSID)

Enable Auto Channel Scan: ☒

Wireless Channel: **1** (Also called the SSID)

802.11 Mode: **Mixed 802.11g, 802.11g and 802.11b**

Channel Width: **Auto 20/40 MHz**

Transmission Rate: **Auto (Automatic)** (Mbps)

Visibility Status: ☒ Visible ☐ Hidden

WIRELESS SECURITY MODE

To protect your privacy you can configure wireless security features. This device supports three wireless security modes including: WEP, WPA-Personal, and WPA-Enterprise. WEP is the original wireless encryption standard. WPA provides a higher level of security. WPA-Personal does not require an authentication server. The WPA-Enterprise option requires an external RADIUS server.

Security Mode: **None**

WIRELESS

Wireless Setting (b)

**D-Link**

DIR-635

SETUP ADVANCED TOOLS STATUS SUPPORT

ADMIN

ADMINISTRATOR SETTINGS

The 'admin' and 'user' accounts can access the management interface. The admin has read/write access and can change passwords, while the user has read-only access.

By default there is no password configured. It is highly recommended that you create a password to keep your router secure.

Save Settings Don't Save Settings

ADMIN PASSWORD

Please enter the same password into both boxes for confirmation.

Password:

Verify Password:

USER PASSWORD

Please enter the same password into both boxes for confirmation.

Password:

Verify Password:

SYSTEM NAME

Gateway Name: **D-Link DIR-635**

ADMINISTRATION

Enable Remote Management: ☐

Remote Admin Port: **8080**

Remote Admin Inbound Filter: **Allow All**

Details: Everyone allowed

WIRELESS

Password setting (d)

**D-Link**

DIR-635

SETUP ADVANCED TOOLS STATUS SUPPORT

INTERNET

WIRELESS SETTINGS

NETWORK SETTINGS

Use this section to configure the internal network settings of your router and also to configure the built-in DHCP Server to assign IP addresses to the computers on your network. The IP Address that is configured here is the IP Address that you use to access the Web-based management interface. If you change the IP Address here, you may need to adjust your PC's network settings to access the network again.

Save Settings Don't Save Settings

ROUTER SETTINGS

Use this section to configure the internal network settings of your router. The IP Address that is configured here is the IP Address that you use to access the Web-based management interface. If you change the IP Address here, you may need to adjust your PC's network settings to access the network again.

Router IP Address: **192.168.0.1**

Subnet Mask: **255.255.255.0**

Local Domain Name: (Optional)

Enable DNS Relay: ☒

DHCP SERVER SETTINGS

Use this section to configure the built-in DHCP Server to assign IP addresses to the computers on your network.

Enable DHCP Server: ☒

DHCP IP Address Range: **192.168.0.100** to **192.168.0.199**

DHCP Lease Time: **1440** (minutes)

Always broadcast: ☒ (compatibility for some DHCP Clients)

ADD DHCP RESERVATION

Enable: ☒

Computer Name: << Computer Name

IP Address: 0.0.0.0

MAC Address: 00:00:00:00:00:00

Copy Your PC's MAC Address

Save Clear

DHCP RESERVATIONS LIST

Enable	Computer Name	MAC Address	IP Address

NUMBER OF DYNAMIC DHCP CLIENTS: 1

Computer Name	IP Address	MAC Address	Expire Time
prescott	192.168.0.156	00:11:09:2a:94:11	23 Hours 18 Minutes

WIRELESS

Network Setting (c)

- 7) **Segurança:** Configure uma senha para o gerenciador do AP, desta forma evita que outros grupos alterem acidentalmente a configuração realizada, através de uma associação no AP errado. Coloque uma senha de sua escolha.

### **Troubleshoot**

- a) A página do gerenciador do AP parou de responder. Provavelmente, quando foi alterado o endereço IP do roteador, o endereço da interface Linux deixou de pertencer à rede do roteador. Para solucionar, conecte o cabo e execute o dhcp cliente na interface.

## PARTE 2

### Conectando o Linux no AP.

Agora precisamos configurar o acesso wireless da estação. Antes verifique se o cabo ethernet do lab está na porta Internet e o cabo ligado a porta LAN foi desconectado.

1) Descobrindo as redes sem-fio disponíveis: O comando scan lhe permitirá verificar todas as possibilidades que a interface wireless está enxergando.

```
# iwlist ath0 scan
```

2) Associando ao AP: Escolha, pelo SSID, o AP que você está gerenciando.

```
# iwconfig ath0 essid AP(?)
```

Para verificar se a associação foi realizada:

```
# iwconfig ath0 (observe os campos Access Point e ESSID)
```

3) Por último devemos configurar o IP, Netmask, Gateway e DNS para conseguirmos utilizar a Internet. Contudo, o DHCP Server do AP realizará esta tarefa para nós. Para isso executamos o DHCP cliente.

```
# dhclient ath0
```

4) Neste ponto você está conectado ao seu AP. Teste a configuração pingando para um outro nó da rede.

```
# ping 192.168.X.X
```

### Troubleshoot

a) O essid do AP que estamos gerenciando não aparece no scan.

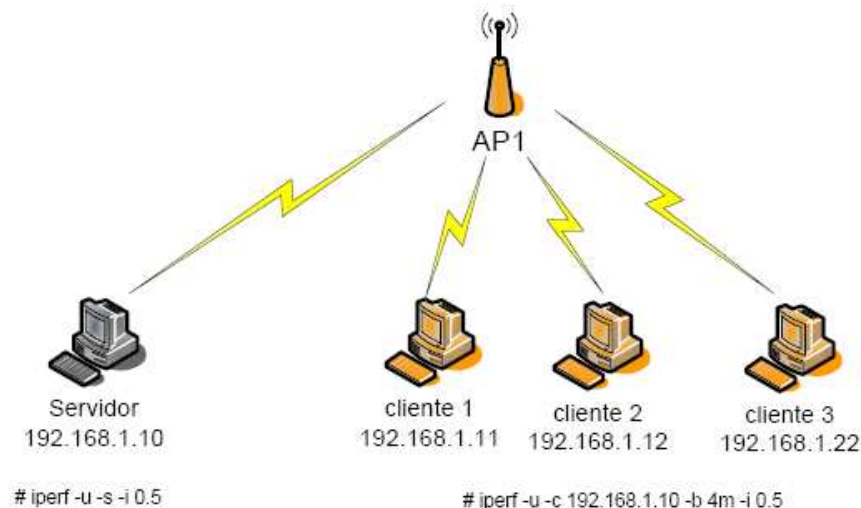
Execute o scan mais algumas vezes, pois existe um intervalo para o AP propagar o essid. Caso não consiga enxergar ainda, verifique na lista retornada pelo scan, se não existe uma AP que poderia ser o seu e que ficou com a configuração errada, neste caso retorne para a 1º Parte.

b) O dhclient não funcionou.

Verifique novamente se a associação foi realizada no AP correto. Excepcionalmente neste ambiente temos muitos APs em pequenas distâncias, aumentando drasticamente a interferência no meio físico. Por isso, assegure-se que o AP está configurado corretamente e tente mais algumas executar o dhclient.

## PARTE 3

O padrão 802.11g, em condições ideais, pode atingir a vazão de 54Mbps. O objetivo deste teste é verificar, realizando um experimento simples, a vazão real que podemos conseguir. Na Figura abaixo é ilustrado o cliente e o servidor e todo o tráfego passando pelo AP. A ferramenta para medir será o *iperf*<sup>3</sup>.



Exemplo do esquema básico do funcionamento do Iperf para área 1 (AP1).

**Medindo Vazão, Jitter e Perda de Pacotes:** A ideia é utilizar um fluxo CBR UDP semelhante a transmissão de voz ou vídeo. O servidor detecta a perda de pacotes pelos números de identificação nos datagramas. Normalmente, um datagrama UDP torna-se vários pacotes IP, a perda de um pacote IP acarretará na perda do datagrama. Por isso, para medir a perda de pacotes em vez de datagramas, devemos criar datagramas pequenos o suficiente para caber em um único pacote. O tamanho padrão é 1470 bytes para ethernet.

Ao final de cada medição o Iperf cliente gera um relatório, que é obtido por informações enviadas pelo servidor, no seguinte formato:

[ ID]	Interval	Transfer	Bandwidth	Jitter	Lost/Total	Datagrams
[ 4]	0.0- 1.0 sec	1.3 MBytes	10.0 Mbits/sec	0.209 ms	1/894	(0.11%)

Note que se existir muito tráfego nas redes, e se os APs estiverem configurados em canais próximos ou sobrepostos, irá ocorrer perdas de datagramas em excesso. Havendo perda de dados, as informações enviadas do servidor podem não chegar ao cliente e impossibilitar que ele gere o relatório. Por essa razão é limitado o tráfego de dados (por cliente e máquinas) neste experimento.

Para medir o Jitter e a perda de pacotes execute no **servidor** (-u é para UDP e -i é o intervalo em segundos):

```
# iperf -u -s -f km -i 0.5
```

No **cliente** execute (-b é a taxa CBR).

```
# iperf -u -c ip_do_servidor -b 5m -f km -i 0.5
```

<sup>3</sup> Para saber mais sobre ela acesse as páginas do manual do iperf instalada na sua máquina (man iperf) ou acesse o site: <http://www.linuxcertif.com/man/1/iperf/>



OBS: no parâmetro 5m utilize o valor inteiro da vazão média obtida, por exemplo, média de 5,5Mbps use 5m.

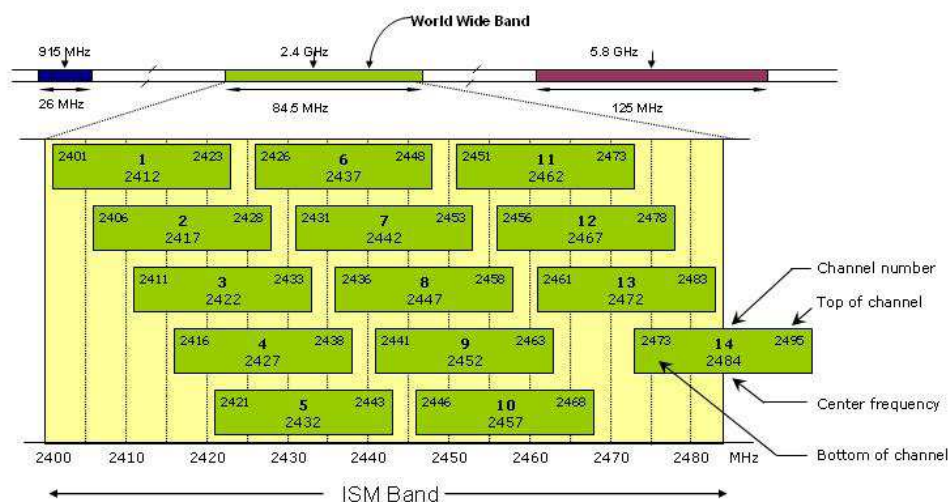
No sheel do cliente, então, o relatório ao final da medição é impresso da seguinte forma:

```
[ 3] 97.0-97.5 sec 5024 KBytes 82320 Kbits/sec
[ 3] 97.5-98.0 sec 4973 KBytes 81473 Kbits/sec
[ 3] 98.0-98.5 sec 4928 KBytes 80744 Kbits/sec
[ 3] 98.5-99.0 sec 5158 KBytes 84507 Kbits/sec
[ 3] 99.0-99.5 sec 5112 KBytes 83755 Kbits/sec
[ 3] 99.5-100.0 sec 4832 KBytes 79168 Kbits/sec
[ 3] 0.0-100.0 sec 1048170 KBytes 85864 Kbits/sec
[ 3] Sent 730154 datagrams
[ 3] Server Report:
[ ID] Interval      Transfer      Bandwidth      Jitter      Lost/Total Datagrams
[ 3] 0.0-100.0 sec 1048170 KBytes 85865 Kbits/sec 1.068 ms    0/730153 (0%)
[ 3] 0.0-100.0 sec 1 datagrams received out-of-order
```

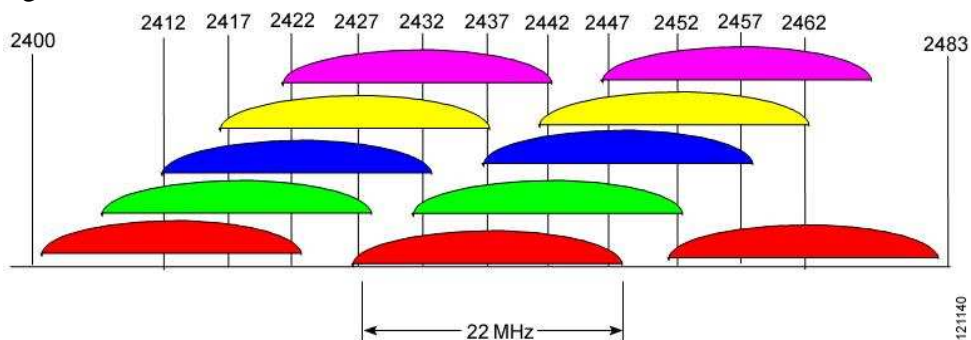
Anote os dados do relatório na tabela da provinha.

## ANEXO 1

**Teoria: Canais do padrão IEEE 802.11.** O 802.11b (11 Mbps nominais, aproximadamente 4 Mbps de performance máxima) usa modulação DSSS e 802.11g (54 Mbps nominais, 19 Mbps de performance máxima) usa modulação OFDM, ambos em 2.4 GHz. São alocados 14 canais nessa faixa, conforme visto na figura abaixo. Note que, embora os canais sejam de 22 MHz, existe apenas 5 MHz de separação entre eles, de modo que, se escolhermos canais adjacentes para dois APs localizados na mesma área de cobertura, vai haver sobreposição. A exceção é o canal 14, que tem menor sobreposição.



No Japão, apenas o canal 14 é utilizado. Na Europa, usasse os 13 primeiros canais, enquanto nos USA e no Brasil, usamos apenas os 11 primeiros, de modo que o máximo número de canais independentes são 3 – e são únicos: 1, 6 e 11, como pode ser visto na figura abaixo, com mais detalhe.



<http://www.cisco.com/en/US/docs/wireless/technology/channel/deployment/guide/Channel.html>