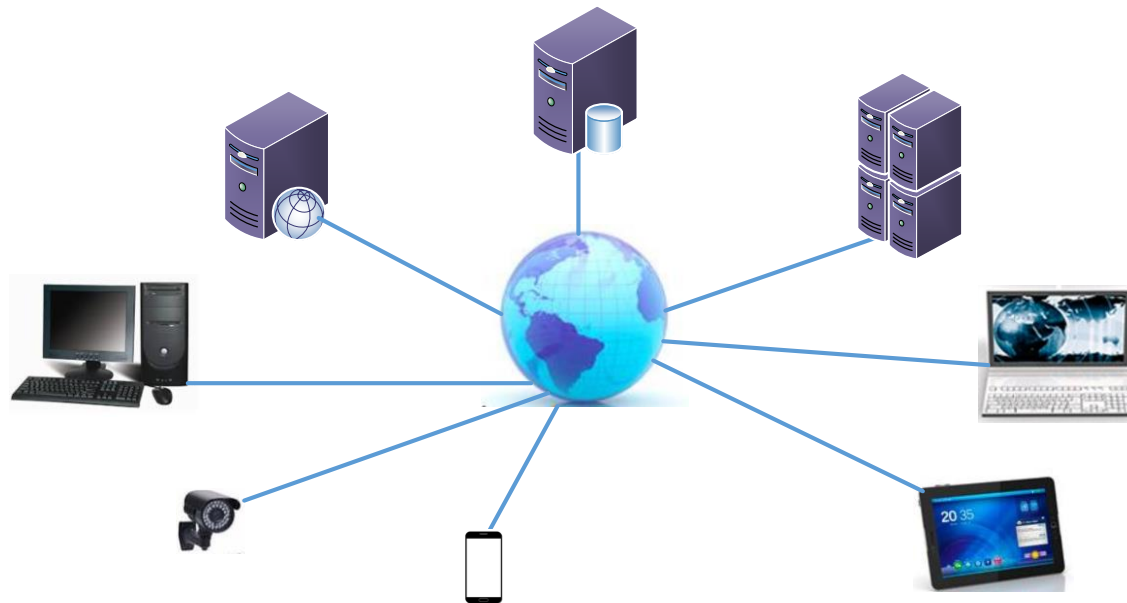


# Introdução a Redes sem Fio



Prof. Dr. Márcio Andrey Teixeira  
Instituto Federal de São Paulo – Campus Catanduva  
Catanduva, SP  
Membro Sênior do IEEE  
[marcio.andrey@ifsp.edu.br](mailto:marcio.andrey@ifsp.edu.br)

# Introdução a Redes sem Fio

## O Espectro de Frequência

Quando os elétrons se movem no espaço, eles criam ondas eletromagnéticas que se propagam através do espaço livre, da atmosfera terrestre ou mesmo no vácuo.

Estas ondas foram previstas pelo físico inglês, James Clerck Maxwell em 1865.

Mas, quem primeiro produziu e observou ondas eletromagnéticas foi o físico alemão Heinrich Hertz em 1887.

Essas ondas se propagam produzindo de oscilações.

# Introdução a Redes sem Fio

## O Espectro de Frequência

As comunicações sem fio são baseadas no seguinte princípio:

**“Ao se ligar uma antena de tamanho apropriado a um circuito elétrico, ondas eletromagnéticas podem ser difundidas (broadcast) e recebidas por um receptor a alguma distância.”**

No vácuo, todas as ondas eletromagnéticas viajam em uma mesma velocidade, não importando qual é sua frequência. **Qual seria essa velocidade?**

# Introdução a Redes sem Fio

## O Espectro de Frequência

Essa velocidade, geralmente chamada velocidade da luz,  $c$ , é aproximadamente  $3 \times 10^8$  m/seg ou em torno de 30 cm por nanosegundo ( $1 \times 10^{-9}$  segundo).

No cobre ou na fibra, a velocidade é em torno de  $2/3$  deste valor e torna-se dependente da frequência.

Obs.: A velocidade da luz é o último limite de velocidade. Nenhum objeto ou sinal pode se mover mais rápido que a velocidade da luz.

# Introdução a Redes sem Fio

## O Espectro de Frequência

Definições:

Ondas de 1 MHz têm em torno de 300 metros de comprimento de onda.

Ondas com comprimento de onda de 1 cm têm frequência de 30 GHz.

# Introdução a Redes sem Fio

## O Espectro de Frequência

O número de oscilações por segundo de uma onda eletromagnética é chamado sua **frequência**,  $f$ , sendo medida em **Hz** ( em homenagem à Heinrich Hertz).

1 Hz corresponde a 1 ciclo por segundo.

60 Hz correspondem a 60 ciclos por segundo.

A distância entre dois máximos consecutivos (ou dois mínimos) de uma onda eletromagnética é chamada seu **comprimento de onda**, o qual é denotado, universalmente por “*lambda*”.

# Introdução a Redes sem Fio

## O Espectro de Frequência

Exemplos:

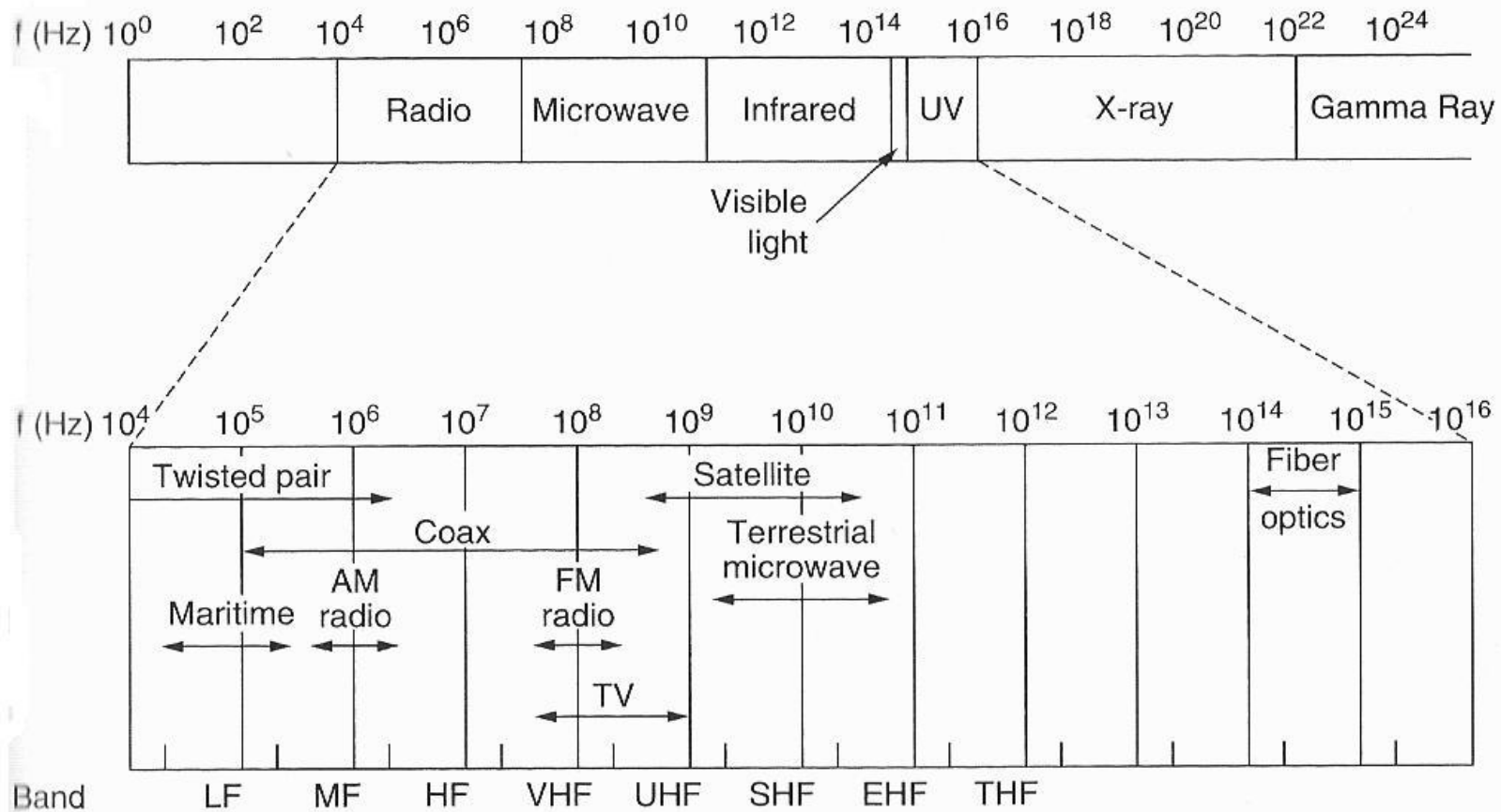
$$1000 \text{ Hz} = \mathbf{1 \text{ KHz}} = 1\text{E-3 Hz} = 1 \times 10\text{E-3 Hz}$$

$$1000 \text{ KHz} = \mathbf{1 \text{ MHz}} = 1\text{E-6 Hz} = 1 \times 10\text{E-6 Hz}$$

$$1000 \text{ MHz} = \mathbf{1 \text{ GHz}} = 1\text{E-9 Hz} = 1 \times 10\text{E-9 Hz}$$

# Introdução a Redes sem Fio

## O Espectro de Frequência





# Introdução a Redes sem Fio

## O Espectro de Frequência

Quando se movem, no espaço livre (atmosfera terrestre ou mesmo no vácuo), os elétrons criam ondas eletromagnéticas que se propagam nesse espaço ...

... com suas frequências (número de oscilações por segundo) e que constituem o meio de transmissão dado pela natureza, compartilhado por transmissores e receptores.

# Introdução a Redes sem Fio

## O Espectro de Frequência

O conjunto infinito de frequências que podem existir no espaço é delimitado e ordenado, para conter as frequências que podem ser utilizadas em telecomunicações.

A delimitação, a ordenação e a aplicação de certas faixas de frequências a determinadas formas de comunicação, define o que se chama de **Espectro Eletromagnético** e a maneira como ele é usado em comunicações.

# Introdução a Redes sem Fio

## O Espectro de Frequência

As partes do espectro que podem ser usados para transmitir informação por modulação de amplitude, frequência ou fase das ondas. Alguns exemplos:

- Rádio,
- Microondas,
- Infravermelho,
- Luz Visível

# Introdução a Redes sem Fio

## Largura de Banda

**Largura de banda** é a medida da faixa de frequência, em *hertz*, de um sistema ou sinal.

Em **radio comunicação** ela corresponde a faixa de frequência ocupada pelo sinal modulado (variação da frequência em relação ao comprimento de onda).

# Introdução a Redes sem Fio

## Largura de Banda

As faixas de frequência são regulamentadas pela agência denominada ITU-R.

O ITU-R define acordos nacionais e internacionais sobre quem obtém tais frequências.

Se todo mundo deseja taxas de dados mais altas, todo mundo deseja mais *spectrum*.

Aloca-se *spectrum* para rádio AM e FM, televisão, telefonia celular.

Também para polícia, navegação marítima, operações militares e muitos outros usos.

# Introdução a Redes sem Fio

## Canais

O espectro de radio frequência é dividido em faixas, onde os intervalos da frequência são reservados;

Definido por convenções internacionais e agencias reguladoras;

Faixa é subdividida em frequências menores;

Essas frequências menores são denominadas canais;

Canais de transmissão em frequências muito próximas podem causar interferências;

# Introdução a Redes sem Fio

## Bandas de Radiofrequência Públicas

A pelo menos três diferentes segmentos de radiofrequência que podem ser usados sem a necessidade de obter licença da agencia reguladora governamental (no caso do Brasil ANATEL).

Segmento reservado para uso industrial, científico e médico (*Industrial, Scientific e Medical – ISM*)

Podem ser usados de maneira irrestrita por qualquer aplicação que se adapte a umas dessas categorias:

- **902 – 928Mhz;**
- **2,4 – 2,485 Ghz (2,4 a 2,5 Ghz no Brasil);**
- **5,150 – 5,825 Ghz**

# Introdução a Redes sem Fio

## Bandas de Radiofrequência Públicas

Exemplos de aplicações nas faixas de **902 – 928Mhz**:





# Introdução a Redes sem Fio

## Bandas de Radiofrequência Públicas

Exemplos de aplicações nas faixas de 2,4 – 2,485 Ghz:



# Introdução a Redes sem Fio

## Bandas de Radiofrequência Públicas

Exemplos de aplicações nas faixas de 2,4 – 2,485 Ghz:



# Introdução a Redes sem Fio

## Bandas de Radiofrequência Públicas

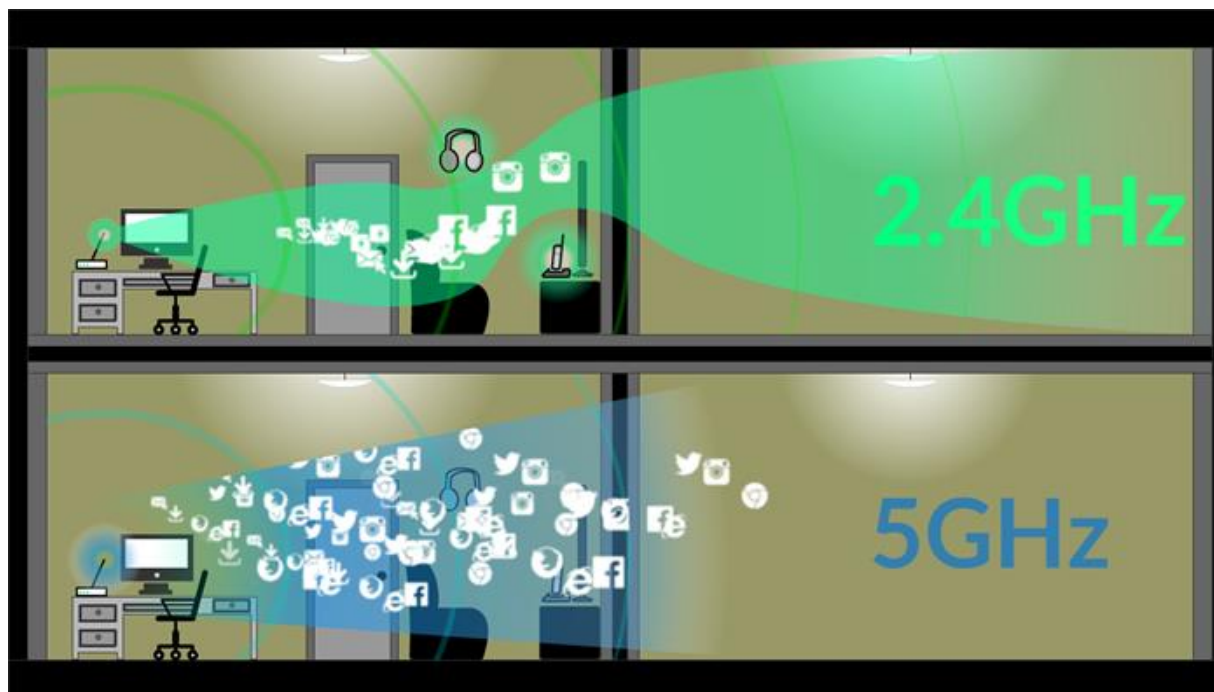
Exemplos de aplicações nas faixas de **5 Ghz**:



# Introdução a Redes sem Fio

## Bandas de Radiofrequência Públicas

Algumas diferenças entre as frequências de transmissões **2.4** e **5 GHz**:



Fonte: <https://www.tecmundo.com.br/tecmundo-explica/60428-tecmundo-explica-wifi-diferenca-entre-2-4-ghz-5-ghz-video.htm>

# Introdução a Redes sem Fio

## Bandas de Radiofrequência Públicas

Algumas diferenças entre as frequências de transmissões **2.4 e 5 GHz**:

- É possível transferir mais dados utilizando a frequência de 5 GHz do que no 2.4 GHz;
- Existem bem menos interferência no sinal da frequência de 5 GHz comparado ao 2.4 GHz. (A maioria dos equipamentos sem fio utiliza 2.4 GHz para se comunicar);

# Introdução a Redes sem Fio

## Bandas de Radiofrequência Públicas

Algumas diferenças entre as frequências de transmissões **2.4 e 5 GHz:**  
(continuação)

- O 5 GHz possui alcance menor comparado ao 2.4 GHz;
- O 5 GHz possui maior dificuldades para atravessar paredes; Isso acontece porque quanto maior a frequência, menor será o alcance do sinal;

# Introdução a Redes sem Fio

## Bandas de Radiofrequência Públicas

Algumas diferenças entre as frequências de transmissões **2.4 e 5 GHz:**  
(continuação)

- Obs: princípio básico: quanto mais alta a frequência do sinal transmitido, mais forte ele vai ser, contudo, menor será o seu alcance.
- Isso significa que o sinal de 5 GHz possui mais intensidade a curta distância; já a frequência de 2,4 GHz pode carregar menos dados de uma única vez, mas pode chegar a distâncias maiores.

# Introdução a Redes sem Fio

## Canais de comunicação e sobreposições:

Podemos comparar os canais de transmissão são como pistas de uma rodovia. Quanto mais pistas, mais espaço para os carros passarem sem bater.

Imagine que dois roteadores estão um ao lado do outro transmitindo cada um dos sinais na frequência de 5 GHz.

Se ambos utilizarem o mesmo canal, um pode se chocar no outro, gerando interferência e perda de dados para ambos os lados.

Por outro lado, se cada um deles trabalhar com um canal diferente, será possível que ambos trabalhem sem um interferir no trabalho do outro.



# Introdução a Redes sem Fio

## Canais de comunicação e sobreposições:

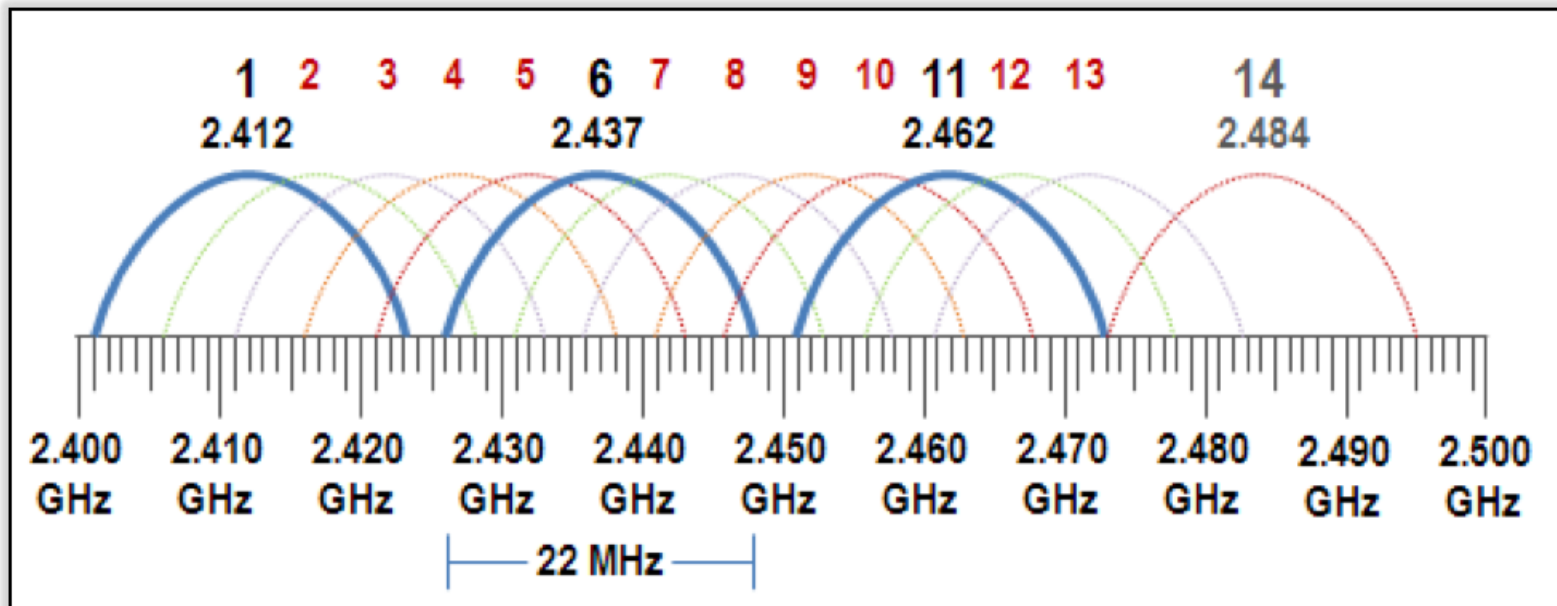
A sobreposição de sinal acontece quando os canais são diferentes, mas a transmissão “encosta” na do lado, ou seja, parte do sinal se choca com o canal vizinho. Daí a necessidade de escolher canais que não se sobrepõem.

Fonte: <https://medium.com/@gabrielricce/bem-vindos-amigos-ao-segundo-post-deste-blog-e-o-primeiro-com-um-conte%C3%BAdo-tecnico-para-variado-29e42372cfc4>

# Introdução a Redes sem Fio

## Canais de comunicação e sobreposições:

A banda de 2.4 GHz possui uma frequência total de 100 MHz (2.400 – 2.500), e suporta 14 canais de comunicação.

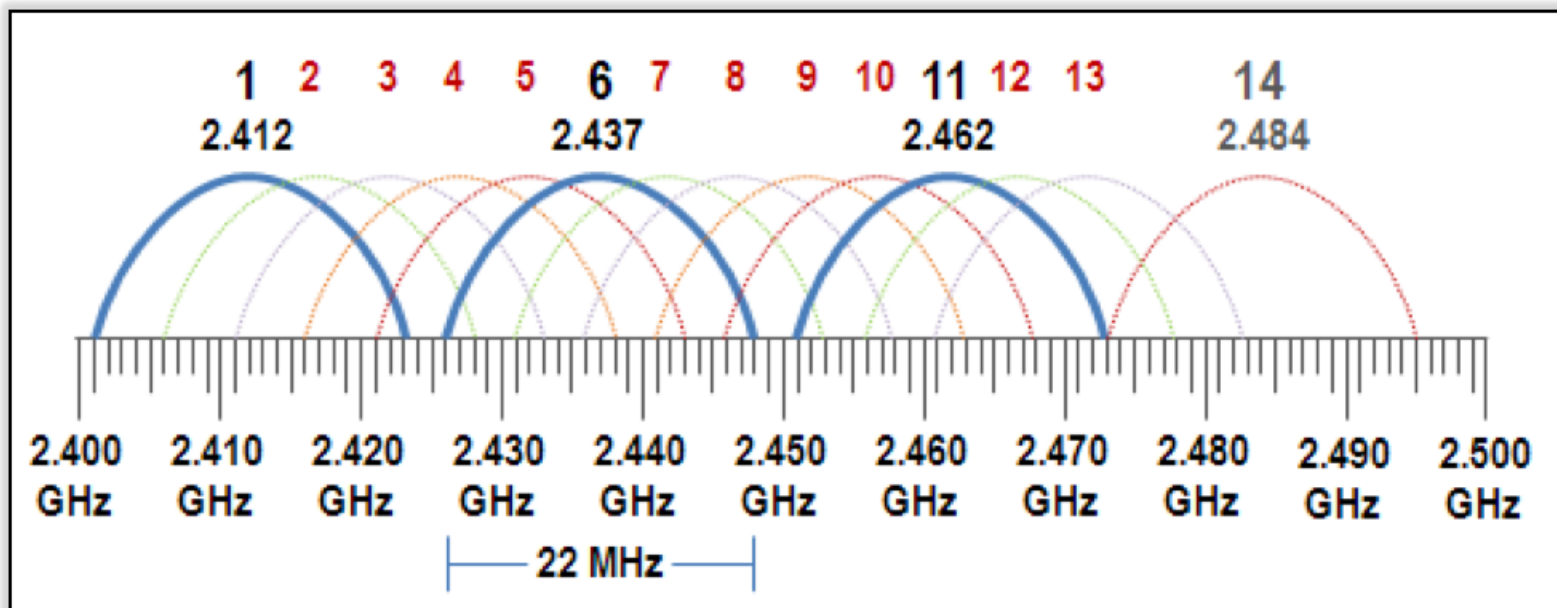


Fonte: <https://medium.com/@gabrielricce/bem-vindos-amigos-ao-segundo-post-deste-blog-e-o-primeiro-com-um-conte%C3%BAdo-tecnico-para-variado-29e42372cfc4>

# Introdução a Redes sem Fio

## Canais de comunicação e sobreposições:

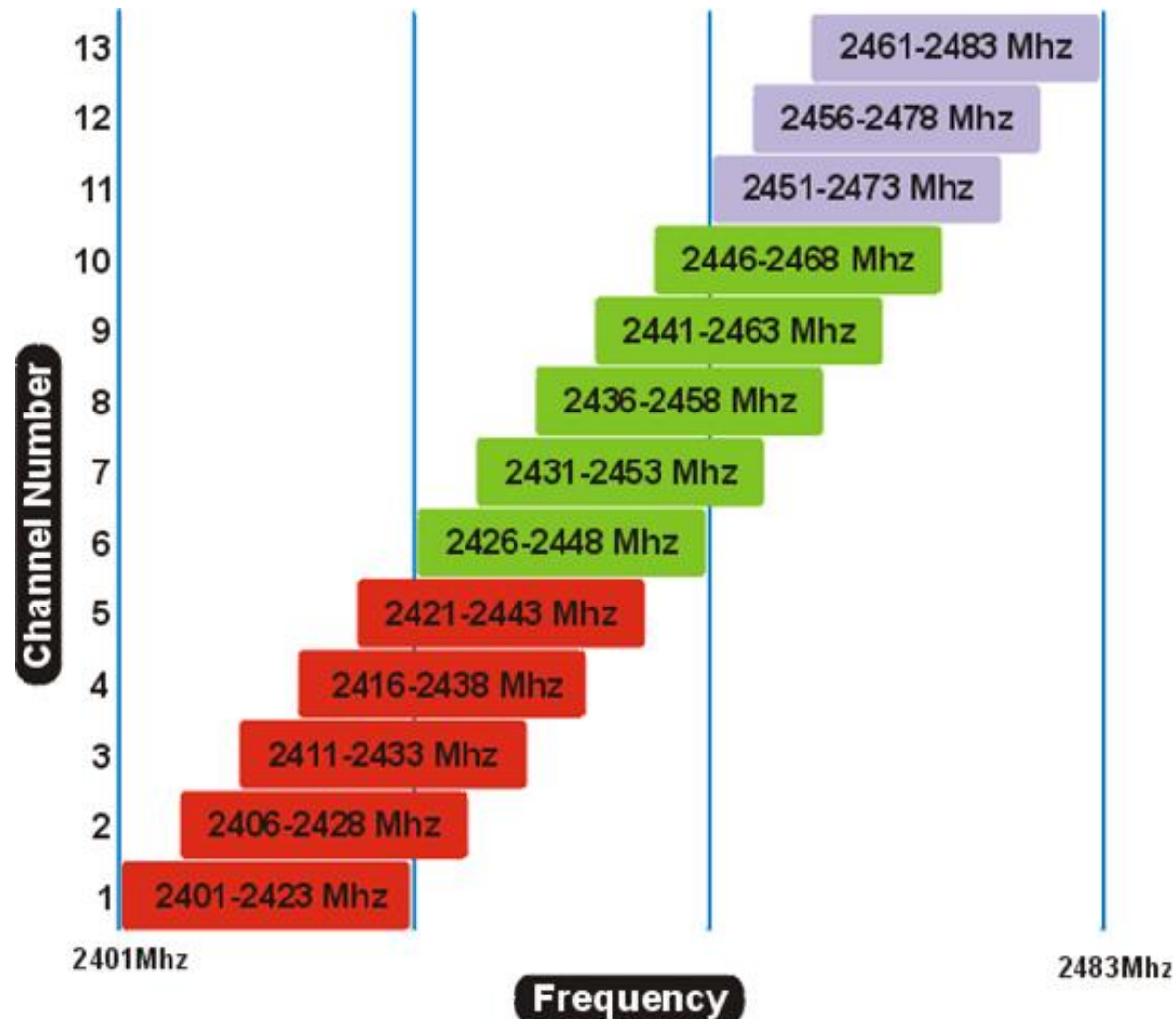
Nesse caso, apenas os canais 1, 6 e 11 não possui sobreposição de canais, sendo estes os recomendados para o uso.



Fonte: <https://medium.com/@gabrielricce/bem-vindos-amigos-ao-segundo-post-deste-blog-e-o-primeiro-com-um-conte%C3%BAdo-tecnico-para-variado-29e42372cfc4>

# Introdução a Redes sem Fio

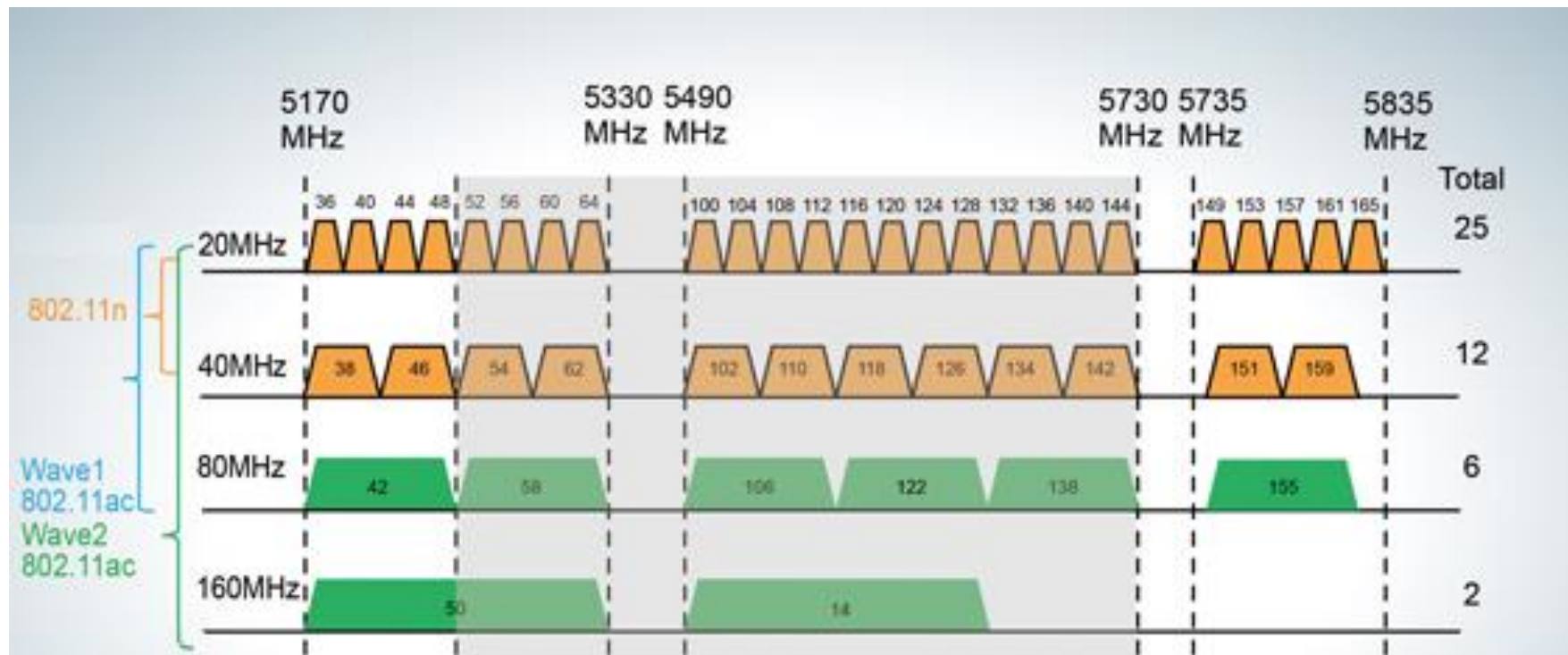
## Canais de comunicação e sobreposições:



# Introdução a Redes sem Fio

## Canais de comunicação e sobreposições:

A banda de 5 GHz possui uma frequência total de 600 MHz (5.170Mhz-5.850Mhz), e suporta 25 canais sem sobreposição.



Fonte: <https://forum.techtudo.com.br/perguntas/253348/para-um-roteador-de-5ghz-e-melhor-deixar-ligado-o-canal-de-80ghz-ou-40ghz>



**Prof. Dr. Marcio Andrey Teixeira**

**[marcio.andrey@ifsp.edu.br](mailto:marcio.andrey@ifsp.edu.br)**

**<http://marcioandrey.pro.br>**

## **BIBLIOGRAFIA BÁSICA:**

RAPPAPORT, T. S.. Wireless communications: principles and practice.2. ed. Prentice-Hall, 2002. 736p.

Hacker Friendly LLC. Redes sem fio no Mundo em Desenvolvimento: um guia prático para o planejamento e a construção de uma infra-estrutura de telecomunicações. 1. ed. Hacker Friendly, 2007 (Tradução da 2. ed. Americana. Obra em CC-SA, disponível em <http://wndw.net>).

HAYKIN, S.; MOHER, M.. Sistemas modernos de comunicação wireless. Porto Alegre. Bookman, 2008.

## **BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR:**

ENGST, A. E.. Kit do iniciante em redes sem fio: o guia prático sobre redes wi-fi. 2. ed. São Paulo. Pearson, 2005.

SANCHES, C. A.. Projetando Redes WLAN - Conceitos e Práticas. São Paulo: Érica, 2005.

MISHRA, A. R.. Advanced Cellular Network Planning and Optimisation: 2g/2.5g/3g...evolution to 4g. Wiley; 1 edition, 2006.

DAHLMAN, E., PARKVALL, S., SKOLD, J.. 4G: LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband. Academic Press, 2011.