





# Conceitos Básicos sobre Infraestrutura de Rede

Introdução a Rede Sem-Fio (Wireless / Wi-Fi)  
de Redes de Computadores

Módulo - V

v2.7 - 09/07/2025

**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



# Professor do Curso de Infraestrutura de Redes



Sou consultor de Infraestrutura de Redes de Computadores há **+25 anos**, minha trajetória acadêmica atual é **Técnico/Tecnólogo e Pós-Graduado em Redes de Computadores com foco em Infraestrutura de Redes e Telecom.**

Já tirei as principais certificações de rede nos maiores players em Infraestrutura e TI do mercado, grandes empresas como a **Microsoft MCSA**, **GNU/Linux LPI LPIC-2**, **CompTIA LPIC-1**, **Cisco CCAI/CCNA/CCNP** e **Furukawa FCP**.

Sempre trabalhei em projetos de consultoria de design de redes para instituições acadêmicas e financeiras com foco em **Interoperabilidade de Sistemas Operacionais**, sou Mantenedor do blog/redes sociais **Procedimentos em TI e Bora para Prática**.

Atuo como Docente dos Cursos Livres e Técnicos do SENAC São Paulo (Unidade Tatuapé).

**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Contatos

f

<https://www.facebook.com/ProcedimentosEmTi/>



<http://youtube.com/boraparapratica>



<https://www.linkedin.com/in/robson-vaamonde-0b029028/>



<https://github.com/vaamonde>



<https://www.instagram.com/procedimentoem/>

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



# Estudar e praticar muito os conceitos de Infraestrutura de Redes de Computadores



Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde

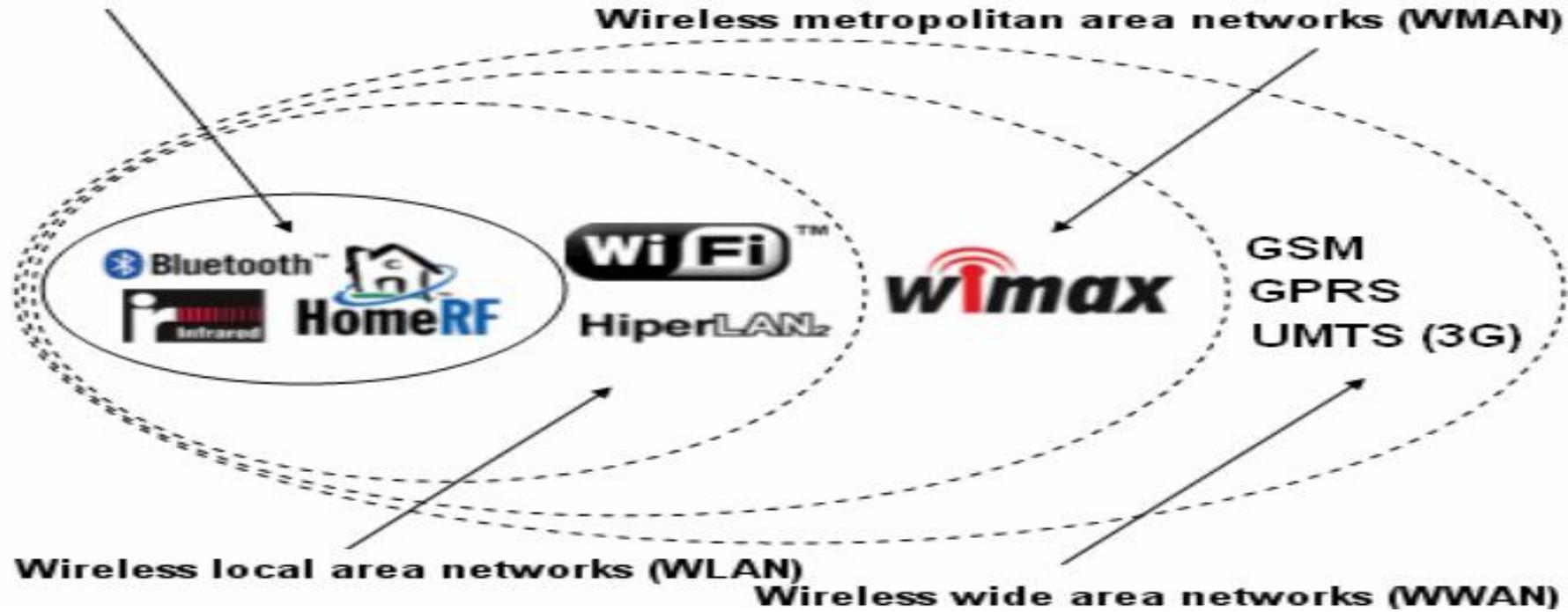


## Tecnologias Sem-Fio para Redes de Computadores (LAN e WAN)

Fonte: [https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialredespbaid/pagina\\_3.asp](https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialredespbaid/pagina_3.asp)

### Wireless personal area network (WPAN)

### Wireless metropolitan area networks (WMAN)



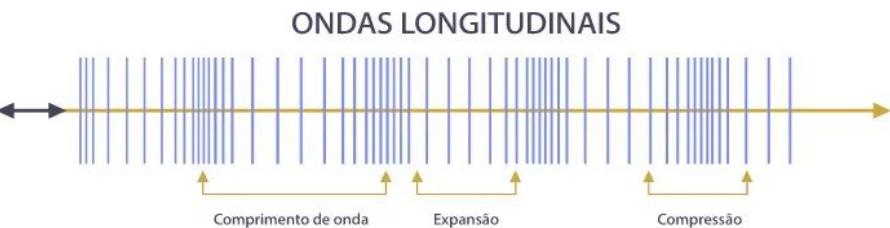
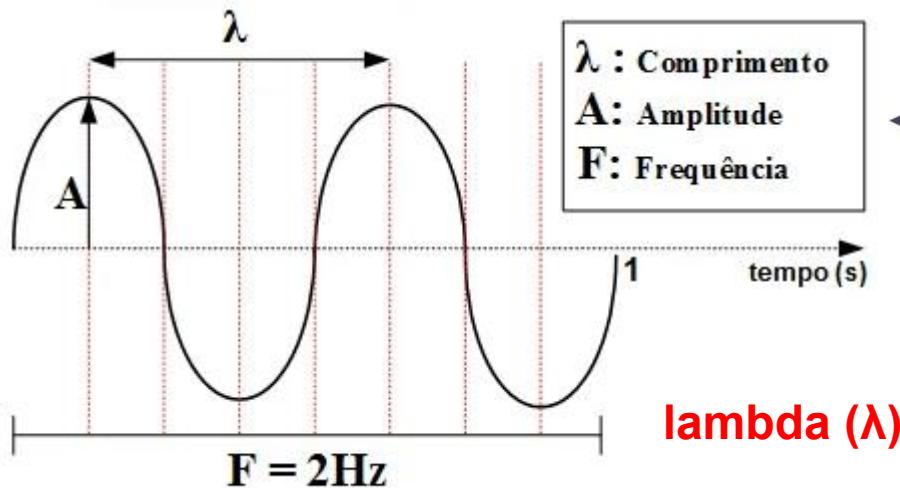
**GSM** = Global System for Mobile Communications 2G/3G | **UMTS** = Universal Mobile Telecommunication System - 3G | **LTE** = Long Term Evolution 4G | **LTE Advanced** = 4.5G | **5G SA** = Standalone | **6G** = 2028

**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

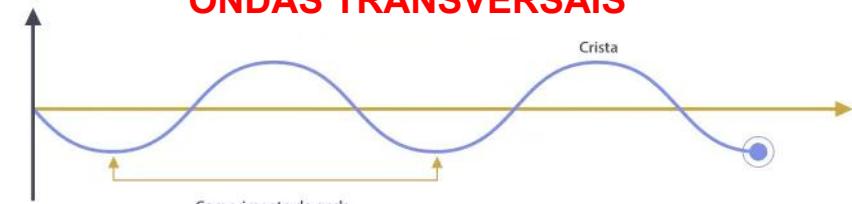
[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Comprimento de Onda (Grandesa Física - Hertz Hz)



### ONDAS TRANSVERSAIS



### Alta frequência



Plano Cartesiano

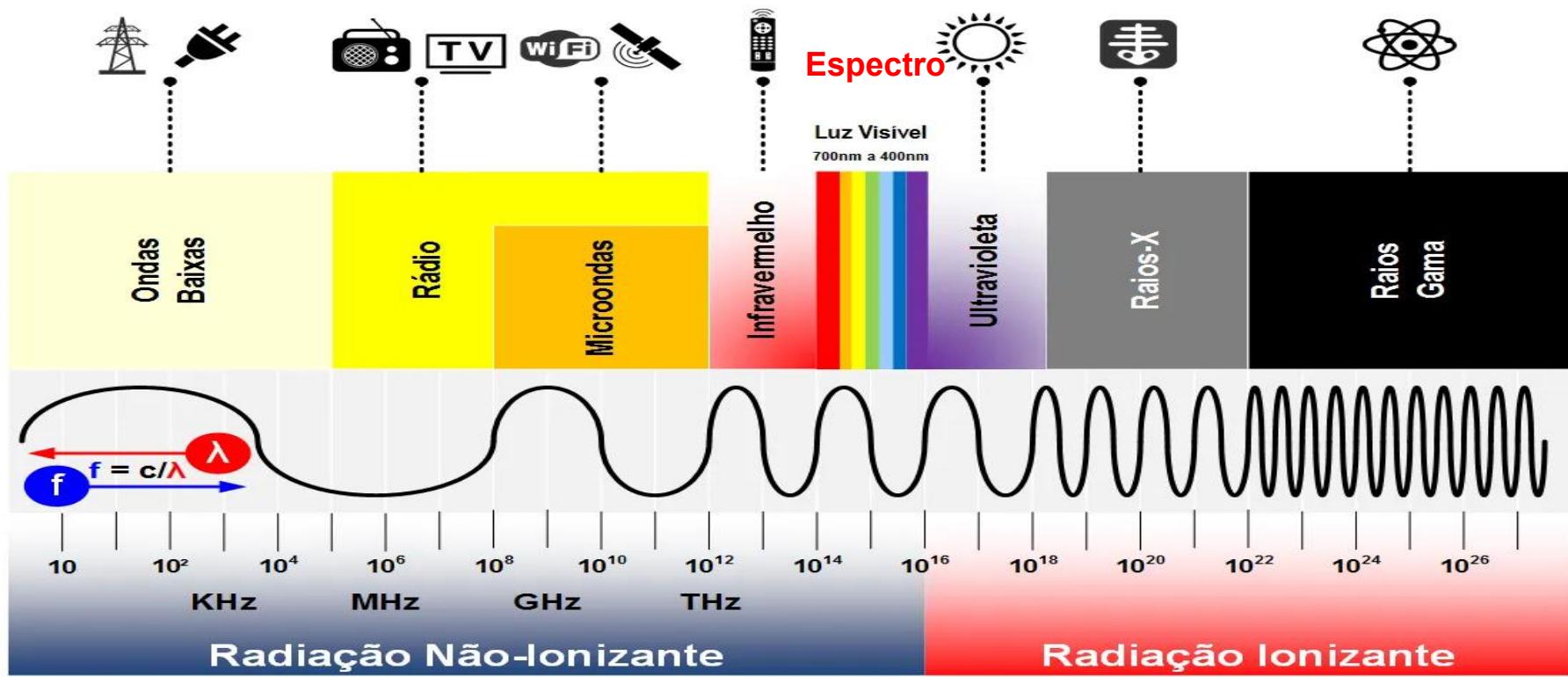
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Espectro Eletromagnético (EEM - Energia Eletromagnética)

Fonte: <https://medium.com/ubntbr/como-o-sinal-wifi-%C3%A9-propagado-na-natureza-d87daef39575>



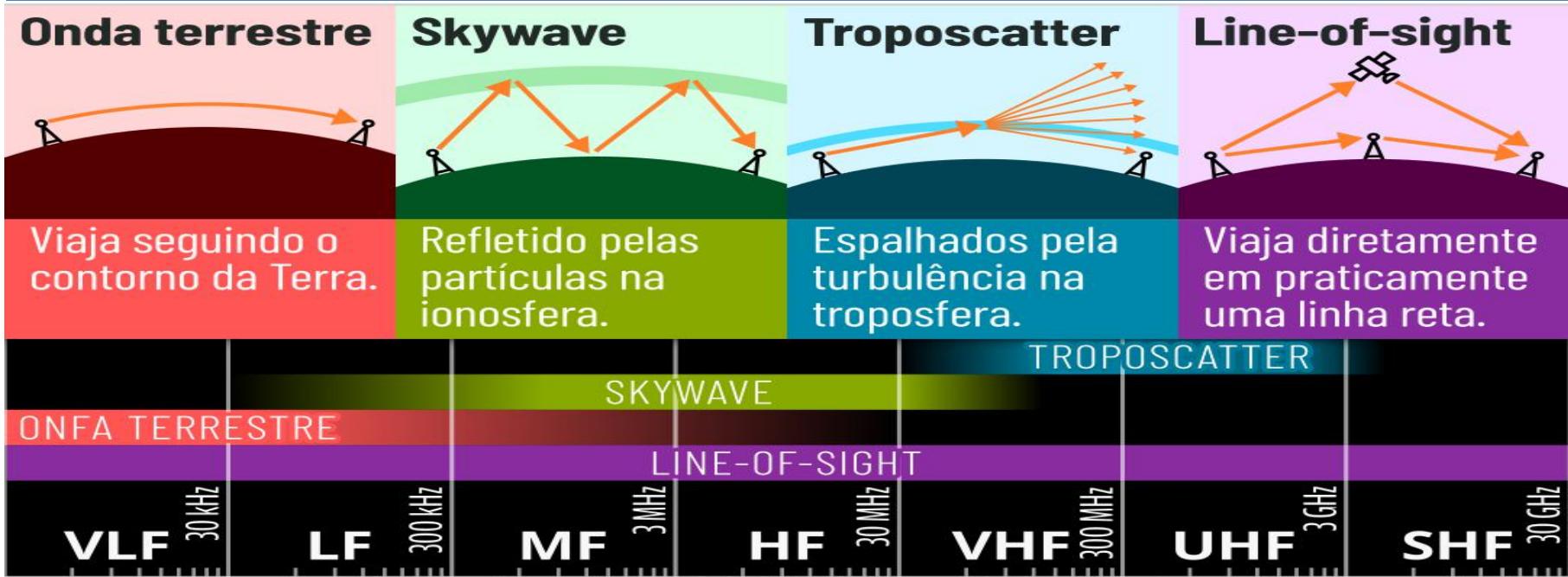
**Hz** (Hertz), **KHz** (Kilo-Hertz), **MHz** (Mega-Hertz), **GHz** (Giga-Hertz), **THz** (Tera-Hertz)

**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Faixas de Frequência de Ondas de Rádio dentro do Espectro EEM



**VLF** (Very Low Frequency - Frequências muito baixas), **LF** (Low Frequency - Baixa frequência), **MF** (Medium Frequency Frequência média), **HF** (High Frequency - Alta frequência), **VHF** (Very High Frequency - Frequência muito alta), **UHF** (Ultra High Frequency - Frequência ultra alta), **SHF** (Super High Frequency - Frequência super alta)

Fonte: <https://terraplana.ws/propagacao-por-radio>

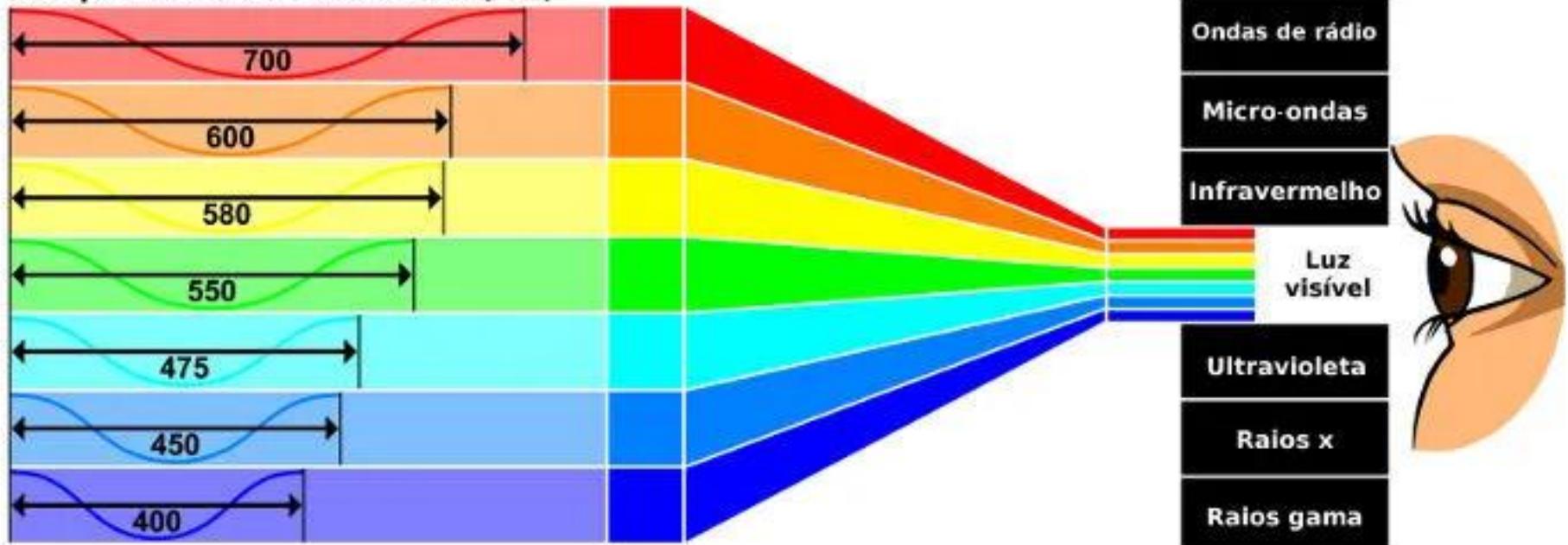
**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Espectro Eletromagnético Visível (nm = Nanômetro)

Comprimento de onda da luz (nm)



O espectro eletromagnético visível (Faixa de: 400 THz e 790THz - Comprimento de Onda de: 380 e 780nm) é a parte do espectro eletromagnético que pode ser percebida pelo **olho humano**. É também conhecido como **Espectro Óptico ou Luz Visível**.

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Rede Local IEEE 802.11 (Institute of Electrical and Electronics Engineers - Wi-Fi / Wireless / Sem-Fio - 802 Comitê Redes Locais - 11 Subgrupo Wi-Fi)



Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Nomenclatura do IEEE 802.11 (Institute of Electrical and Electronics Engineers - Wi-Fi / Wireless / Sem-Fio)

Fonte: <https://www.accu-tech.com/accu-insider/new-oberon-white-paper-explains-next-generation-wireless-deployments>



Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde

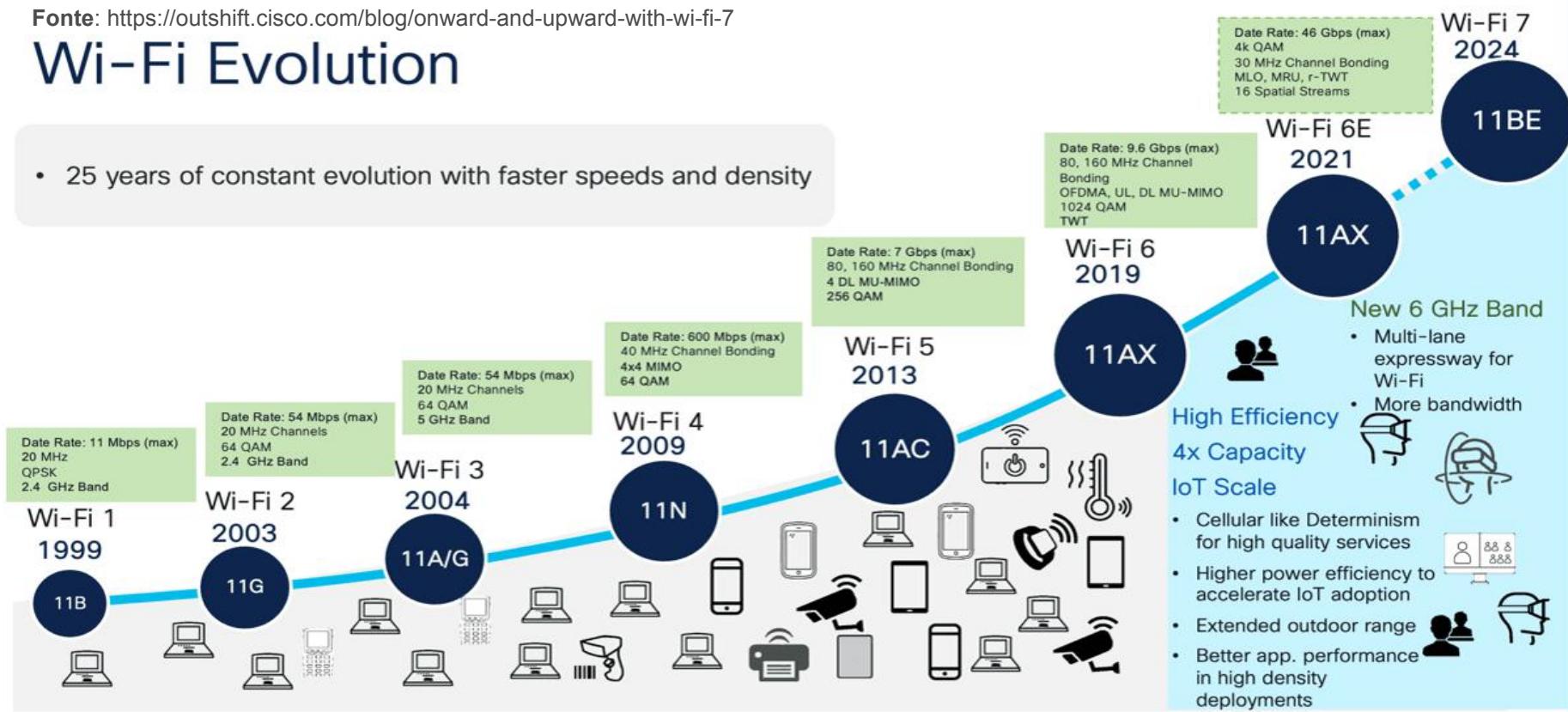


## Evolução do IEEE 802.11 (Institute of Electrical and Electronics Engineers - Wi-Fi / Wireless / Sem-Fio) Residencial ou Corporativa

Fonte: <https://outshift.cisco.com/blog/onward-and-upward-with-wi-fi-7>

### Wi-Fi Evolution

- 25 years of constant evolution with faster speeds and density

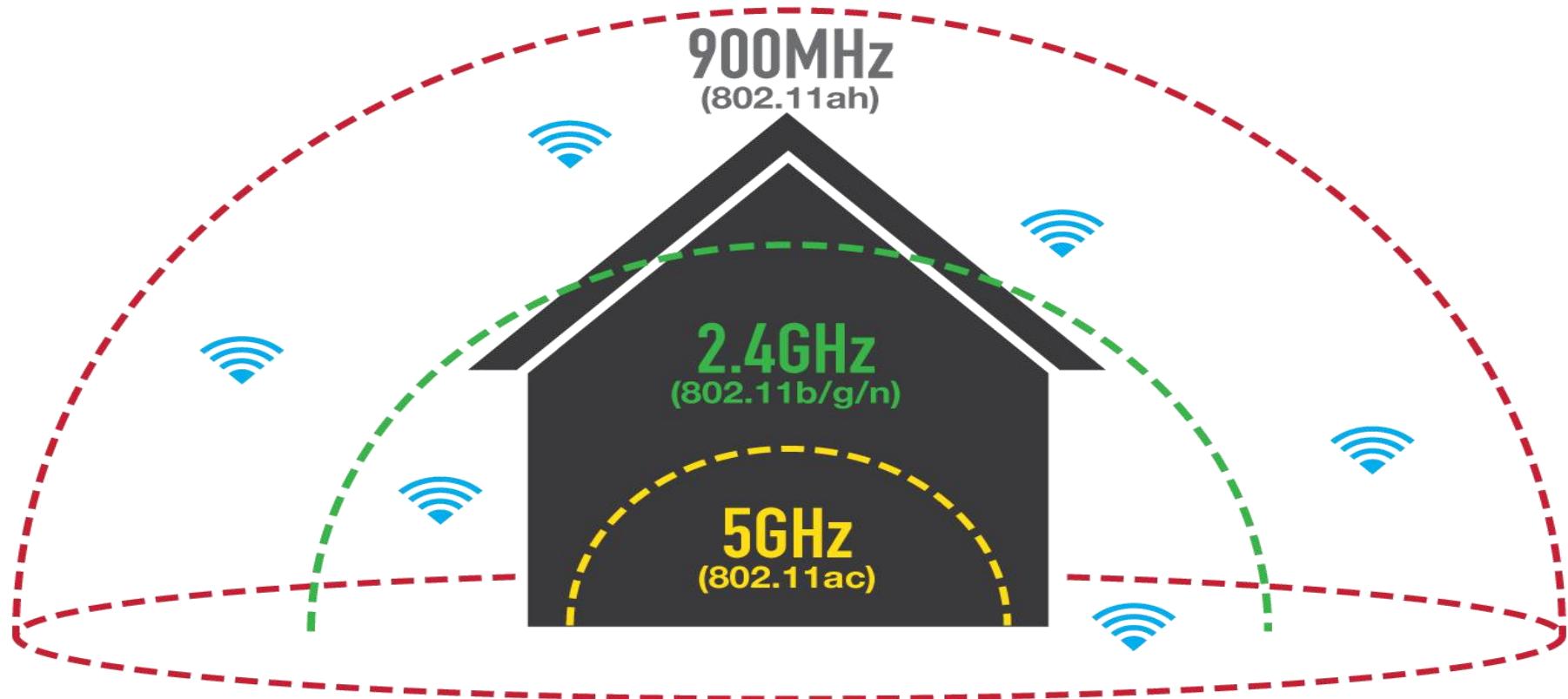


**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Principais Técnicas do IEEE 802.11 (Institute of Electrical and Electronics Engineers - Wi-Fi / Wireless / Sem-Fio)



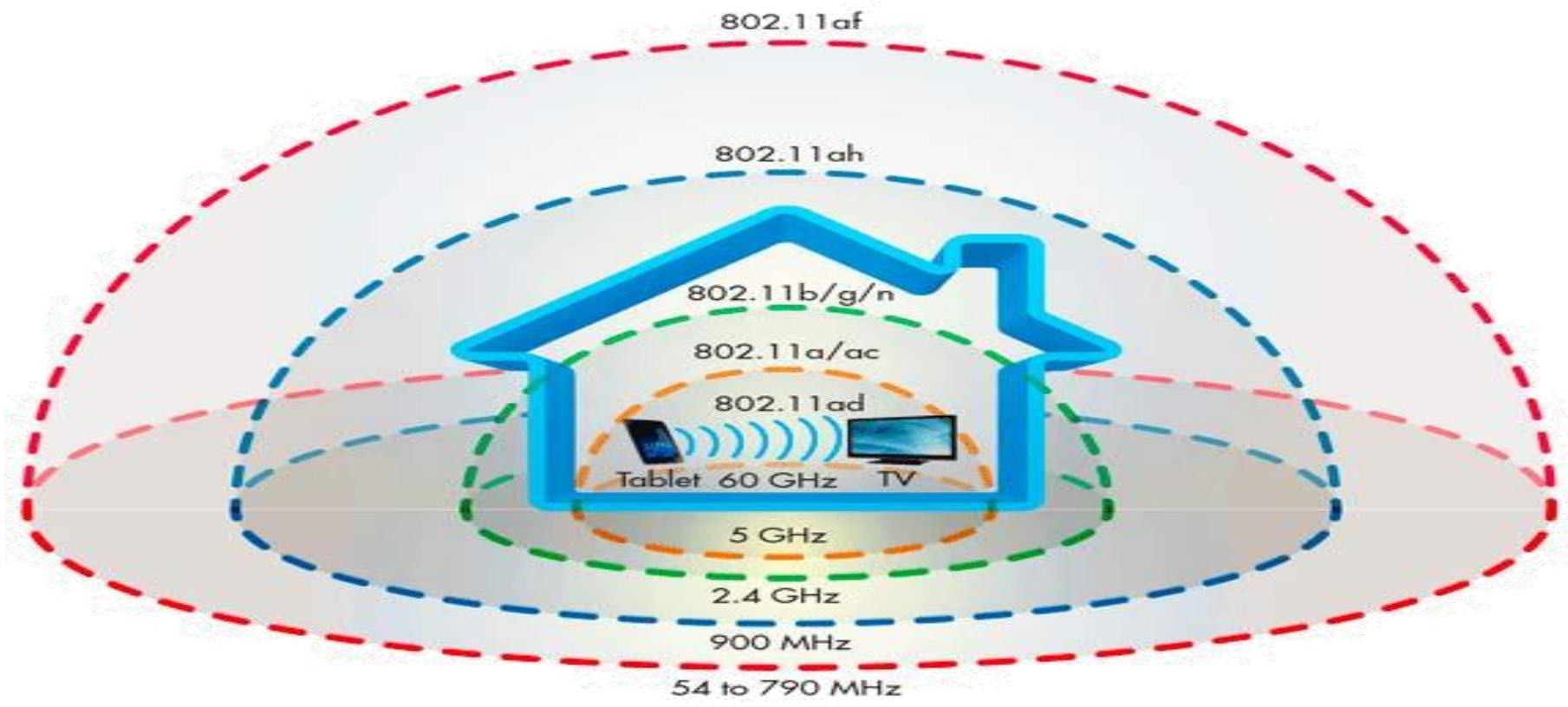
Fonte: <https://www.sordum.net/62131/2-4-ghz-ve-5-ghz-wifi-sinyalleri-arasindaki-farklar/>

**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Futuro do IEEE 802.11 (Institute of Electrical and Electronics Engineers - Wi-Fi / Wireless / Sem-Fio)



Fonte: <https://www.sordum.net/62131/2-4-ghz-ve-5-ghz-wifi-sinyalleri-arasindaki-farklar/>



Tecnologia IEEE-802.11	Frequência GHz	Maior Velocidade (Mbit/s - MB/s)	Alcance*	
			Indoor	Outdoor
802.11b	2.4	22 MHz = 11 Mbit/s ~ 1.31 MB/s	35mt	140mt
802.11g	2.4	20 MHz = 54 Mbit/s ~ 6.44 MB/s	38mt	140mt
802.11n	2.4 ou 5.0	20 MHz = 54 Mbit/s ~ 6.44 MB/s 40 MHz = 72.2 Mbit/s ~ 8.61 MB/s <b>MIMO-OFDM 4</b>	70mt	250mt
802.11ac	5.0	20 MHz = 87.6 Mbit/s ~ 10.44 MB/s 40 MHz = 200 Mbit/s ~ 23.84 MB/s 80 MHz = 433.3 Mbit/s ~ 51.65 MB/s 160 MHz = 866.7 Mbit/s ~ 103.32 MB/s <b>MIMO-OFDM 4 ou 8</b>	35mt	-
802.11ad	60	2160 MHz = 6912 Mbit/s ~ 823.97 MB/s	15mt	-

**MIMO** = Multiple-Input Multiple-Output usado a partir do **802.11n**

**MIMO-OFDM** = Multiple-Input, Multiple-Output Orthogonal Frequency-Division Multiplexing

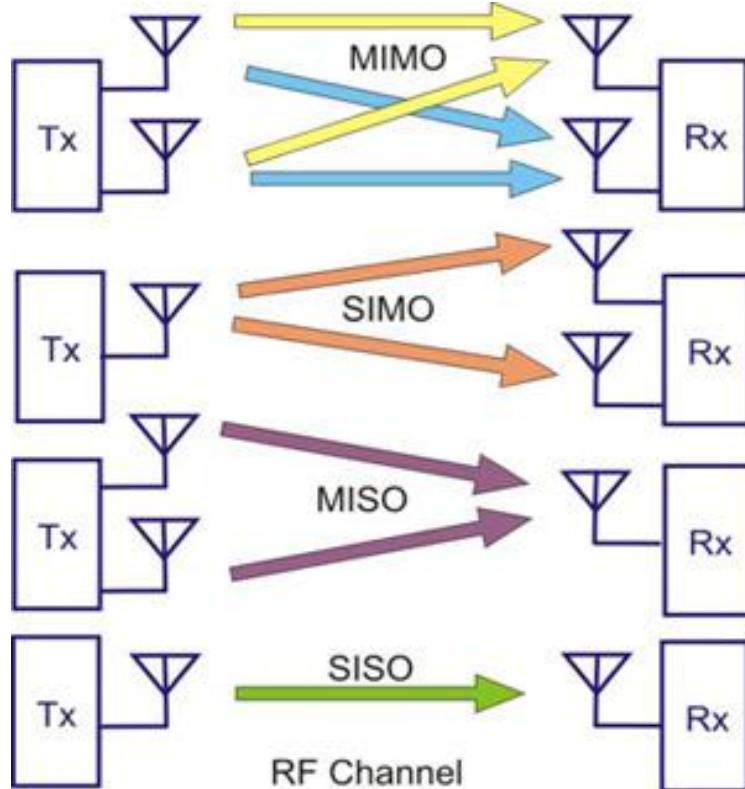
**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## MIMO-OFDM (Multiple-Input, Multiple-Output Orthogonal Frequency-Division Multiplexing)

Fonte: [https://set.org.br/wp-content/uploads/2023/12/REVISTASET\\_212\\_ArtigoTV3.0-finalizada-06.12.pdf](https://set.org.br/wp-content/uploads/2023/12/REVISTASET_212_ArtigoTV3.0-finalizada-06.12.pdf)



**MIMO** é a sigla em inglês para Multiple Input Multiple Output que, em uma tradução literal, significa “**Múltiplas Entradas Múltiplas Saídas**”. Trata-se de um sistema que visa alcançar maiores taxas de transmissão em redes sem fios.

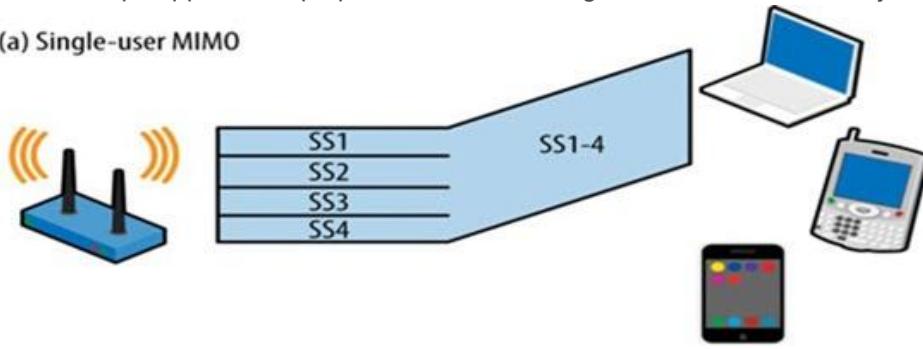
A tecnologia usa várias antenas para transmitir o sinal e os dados em uma rede. Assim, quanto mais antenas, mais rápida e eficiente será a transmissão e recepção dos dados aos diversos aparelhos conectados. Daí o nome “**múltiplas entradas e saídas**”.



## MIMO-OFDM (Multiple-Input, Multiple-output Orthogonal Frequency-Division Multiplexing), SU-MIMO (Single-User) e MU-MIMO (Multi-User)

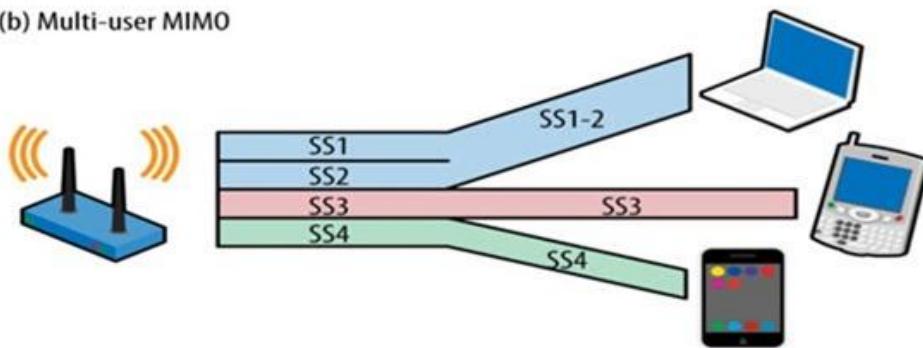
Fonte: <https://pplware.sapo.pt/tutoriais/networking/mu-mimo-o-seu-router-ja-suporta-esta-tecnologia/>

(a) Single-user MIMO



**SU-MIMO (Single User):**  
Apenas um único usuário simultaneamente transmitindo e recebendo dados do AP (Access Point)

(b) Multi-user MIMO

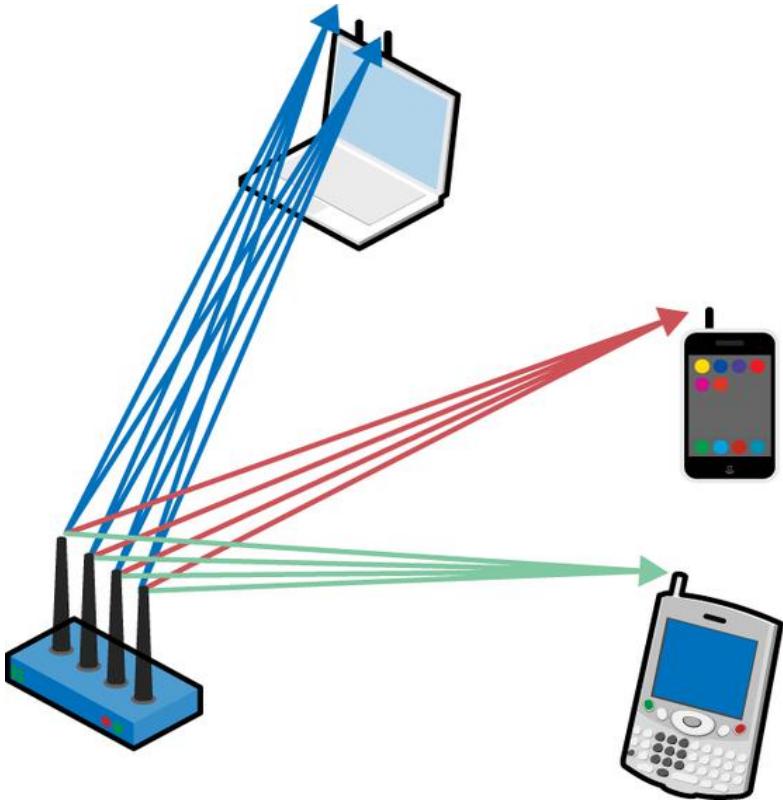


**MU-MIMO (Multi-User):**  
Múltiplos usuários simultaneamente transmitindo e recebendo dados do AP (Access Point)



## MIMO-OFDM (Multiple-Input, Multiple-Output Orthogonal Frequency-Division Multiplexing), STTD, SM e CT.

Fonte: <https://pplware.sapo.pt/tutoriais/networking/mu-mimo-o-seu-router-ja-suporta-esta-tecnologia/>



**STTD (Space Time Transmit Diversity)**, neste modo, todas as antenas transmitem exatamente o mesmo sinal. Isso serve para **aumentar a potência da rede**. Porém, a velocidade continua a mesma.

**SM (Spatial Multiplexing - MIMO-OFDM)** neste modo, cada antena transmite dados diferentes. Isso **aumenta a taxa de transferência da rede**, ou seja, a sua velocidade. Porém, o alcance continua o mesmo. Esta técnica também é conhecida como **MIMO-OFDM** e é usada em roteadores no padrão 802.11n e as redes celulares mais atuais.

**CT (Collaborative Transmission)**, neste modo, mais de um roteador pode ser combinado para ter um dos outros dois sistemas, unindo o melhor dos dois mundos.



## MIMO-OFDM (Multiple-Input, Multiple-Output Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) - Classificação



**Classificação:** O sistema MIMO pode ser classificado no formato: "**axb:c**". A letra **A** indica o número de antenas de transmissão, a letra **B** o número de antenas de recepção e a letra **C** o número de fluxos espaciais. Vamos aos exemplos:

Um sistema **MIMO-OFDM 2x2** indica que há duas antenas transmissoras e duas antenas receptoras atuando no modo OFDM (ou SM), ou seja, cada uma transmite dados diferentes, aumentando a velocidade. Assim, ele poderia ser descrito como **2x2:2**. Em um sistema **3x3:3**, haveriam três antenas de transmissão, três de recepção em três fluxos espaciais, triplicando a velocidade.



## Modos de Operação dos Roteadores Wireless /Wi-Fi / Sem-Fio

**Wireless Router Mode:** No modo de compartilhamento de roteador/sem fio, o roteador se conecta à Internet via PPPoE, DHCP, PPTP, L2TP ou IP estático e compartilha a rede sem fio com clientes ou dispositivos da LAN.

**Access Point Mode:** No modo Ponto de Acesso (AP), o roteador se conecta a um roteador sem fio através de um cabo Ethernet para estender a cobertura do sinal sem fio a outros clientes da rede.

**Repeater Mode:** No modo Repetidor, seu roteador se conecta sem fio a uma rede sem fio existente para estender a cobertura sem fio.

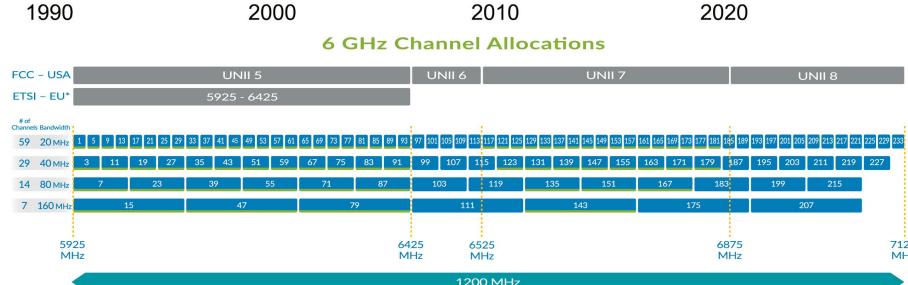
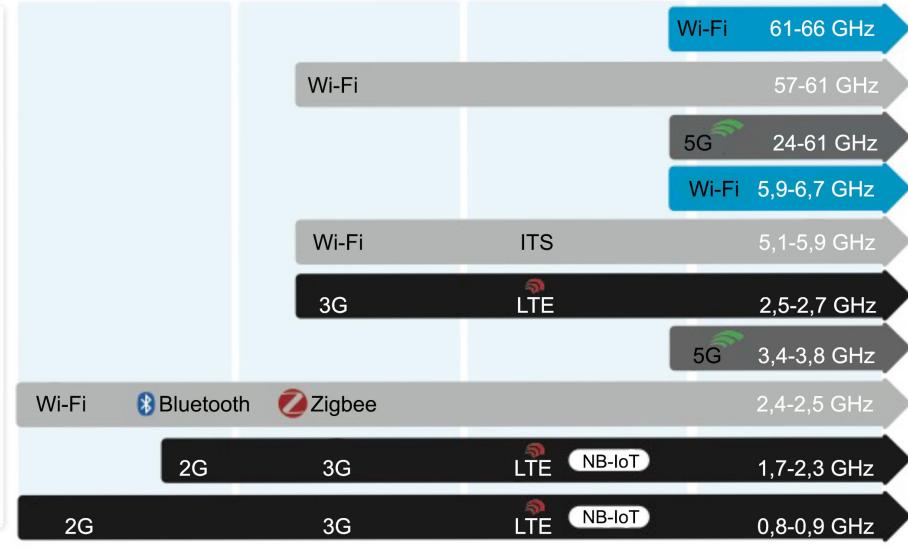
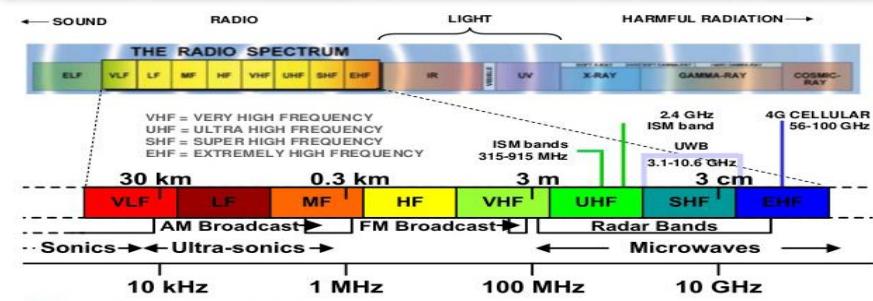
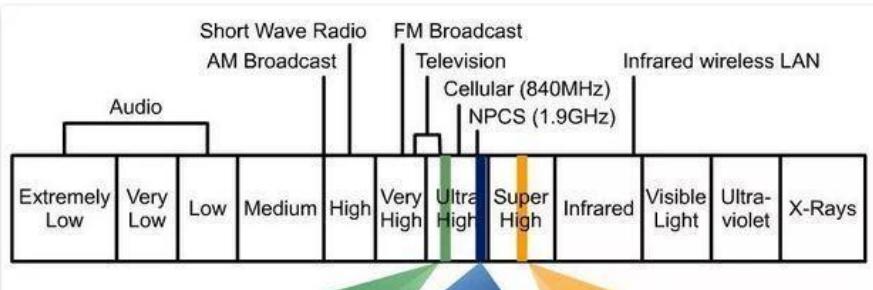
**Bridge Mode:** O modo de ponte empresta a Internet sem fio existente e a transmite usando um nome de rede (SSID) e senha diferentes. Este aplicativo pode criar duas redes individuais para dois grupos de usuários que compartilham uma Internet.

**Client Mode:** No modo cliente, ele pode se conectar a um dispositivo com fio e funciona como um adaptador sem fio para receber sinal sem fio da sua rede sem fio.

**AP Client Router Mode:** Com o modo roteador de cliente AP, ele pode se conectar a uma rede sem fio e compartilhar a conexão com seus clientes. A rede sem fio é o seu lado WAN. Ele também pode suportar IP dinâmico / IP estático / PPPoE / L2TP / PPTP.



## Banda NÃO Licenciada (Uso Livre) e Banda Licenciada (Uso Regulamentado) da Faixa de Radiofrequênci para uso na Rede Sem-Fio ISM (Industrial, Scientific and Medical)

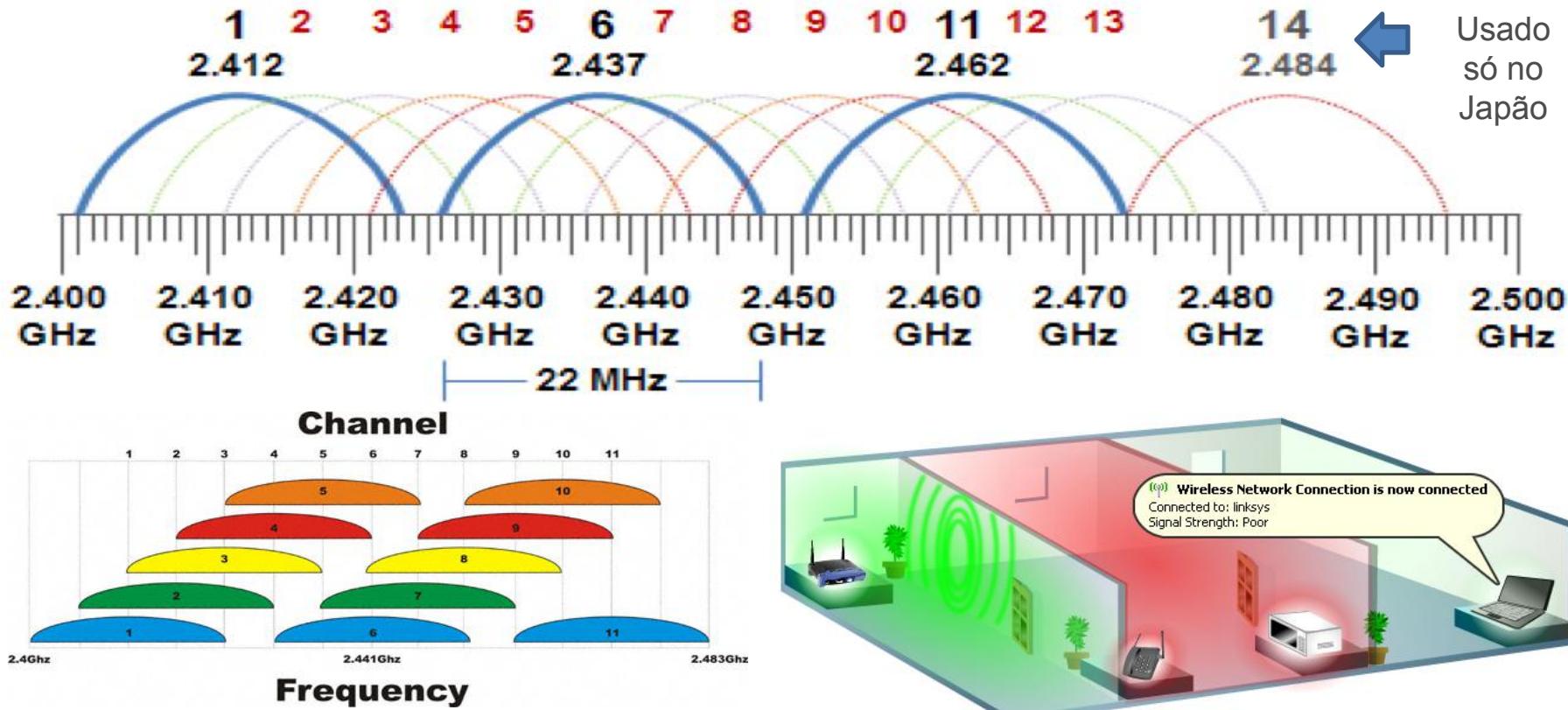


Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Faixa de Frequências de Canais 802.11 b/g/n 2.4GHz (Cuidado com Microondas e Telefone Sem-fio pois estão na mesma Faixa de Frequência do Wi-Fi)



Fonte: <https://softwareportal.com/wifi-heat-map-tools-and-software/>

**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

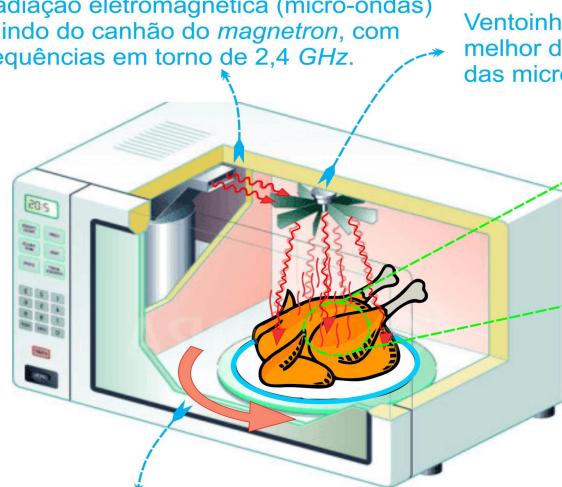
[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Problemas da Frequência de 2.4GHz (Cuidado com Micro-ondas e Telefone Sem-fio pois estão na mesma Faixa de Frequência) - FAIXA POLUÍDA

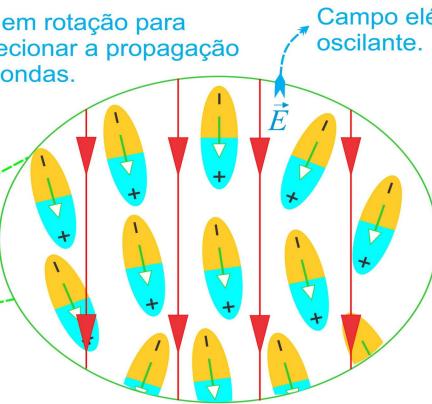
Fonte: <https://imirante.com/oestadoma/noticias/2021/04/01/a-fisica-na-cozinha-forno-de-micro-ondas>

Radiação eletromagnética (micro-ondas) saindo do canhão do *magnetron*, com frequências em torno de 2,4 GHz.



O movimento de rotação do prato do forno de micro-ondas mantém o alimento em movimento, de forma que nenhuma parte do seu jantar fique sem se aquecer.

Ventoinha em rotação para melhor direcionar a propagação das micro-ondas.



As moléculas polares (em especial as moléculas de água), no interior do alimento, se movimentam na frequência de oscilação das micro-ondas, gerando aquecimento por "atraito".



Tecnologia	Frequência (aprox.)	Faixa ISM?	Observações	Geração/Tipo	Faixa de Frequência	Observações
Micro-ondas (magnetron)	2,45 GHz	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	Alta potência (~700 a 1000 W), aquece alimentos.	1ª geração (análogicos)	46 – 49 MHz	Muito antigos, sujeita a interferência de rádio
Wi-Fi 2.4 GHz	2,4 – 2,4835 GHz	<input checked="" type="checkbox"/> Sim	Banda compartilhada, sofre interferência com micro-ondas.	2,4 GHz 5,8 GHz	2,400 – 2,4835 GHz 5,725 – 5,850 GHz	Compartilha faixa com Wi-Fi e micro-ondas (ISM) Menos interferência, maior qualidade

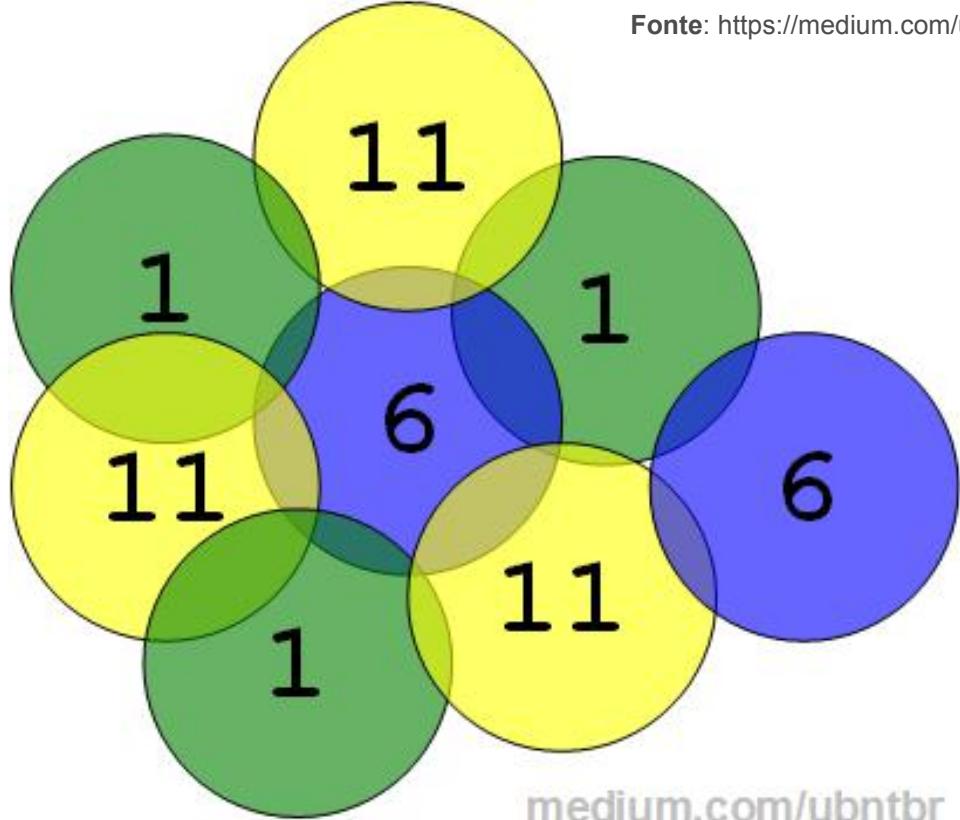
**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde

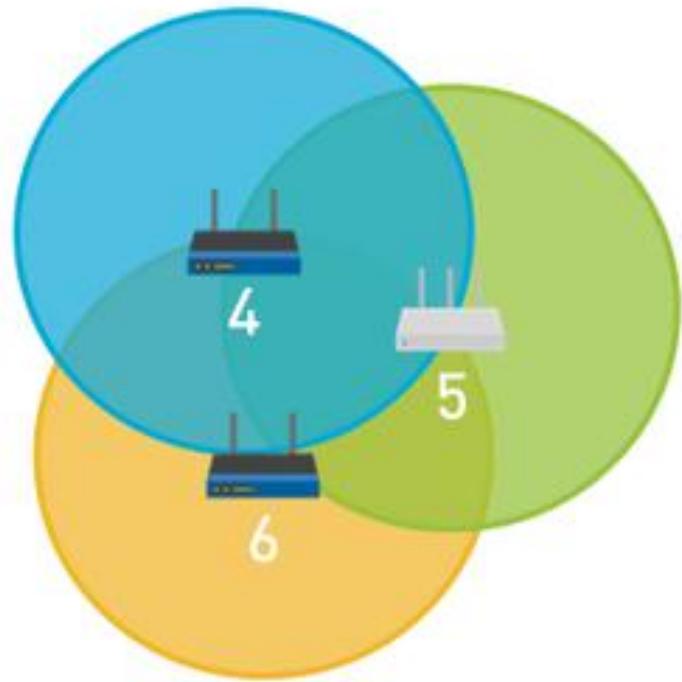


## Criação de Células de Conexão de Rede Sem-Fio 2.4GHz utilizando canais diferentes para cada Access Point (3 Canais de 20MHz sem Interferência/Sobreposição)

Fonte: <https://medium.com/ubntbr/planejamento-de-canais-em-wlan-wifi-como-fazer-673233cccc6f>



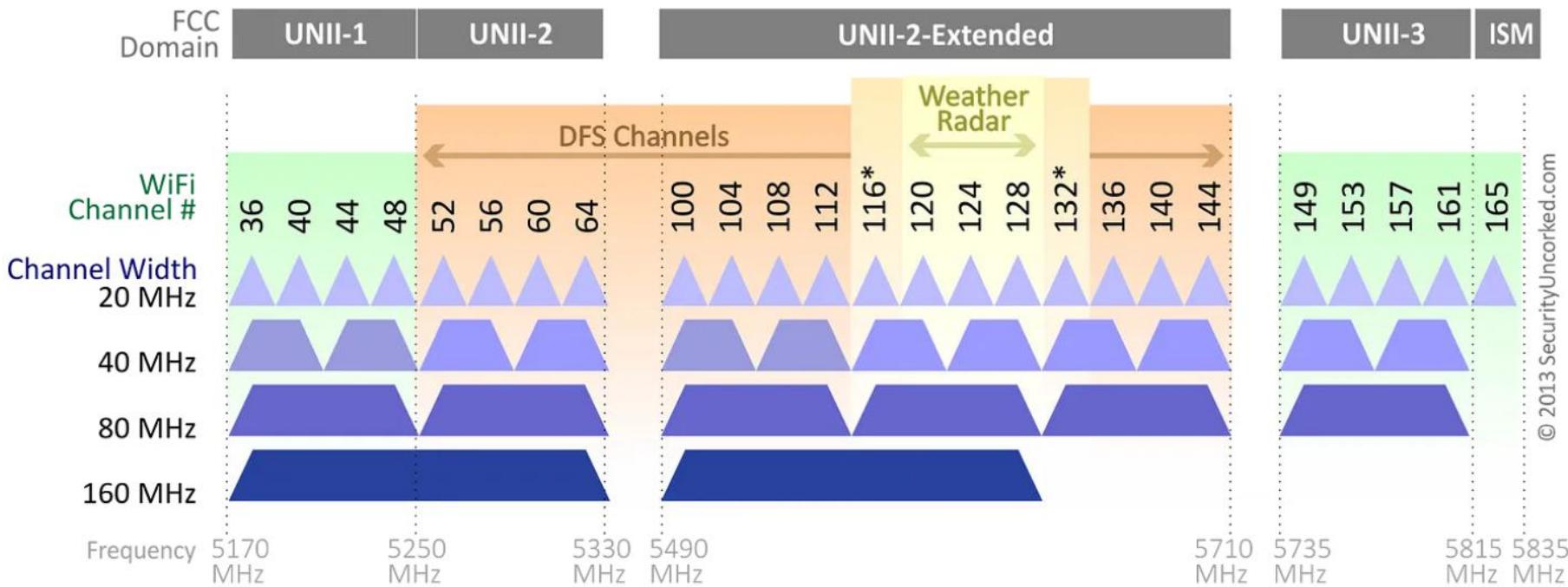
Adjacent-Channel





## Faixa de Frequências de Canais 802.11ac 5.0GHz

### 802.11ac Channel Allocation (N America)



\*Channels 116 and 132 are Doppler Radar channels that may be used in some cases.

Fonte: <https://medium.com/ubntbr/planejamento-de-canais-em-wlan-wifi-como-fazer-673233cccc6f>

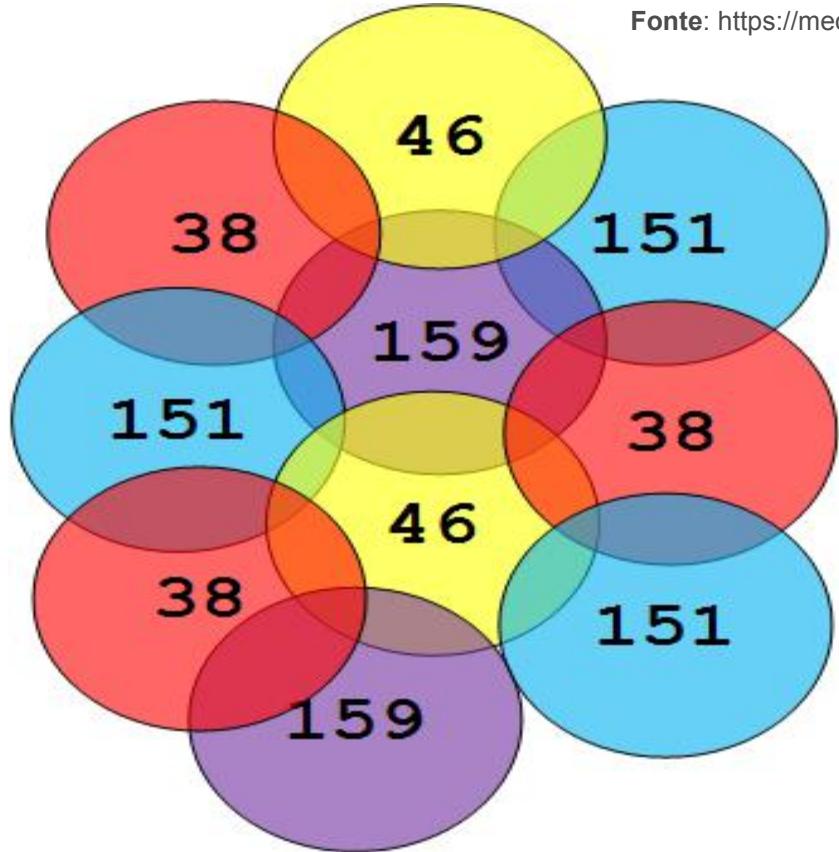
**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Criação de Células de Conexão de Rede Sem-Fio 5.0GHz utilizando canais diferentes para cada Access Point (25 Canais de 20MHz sem Interferência/Sobreposição)

Fonte: <https://medium.com/ubntbr/planejamento-de-canais-em-wlan-wifi-como-fazer-673233cccc6f>

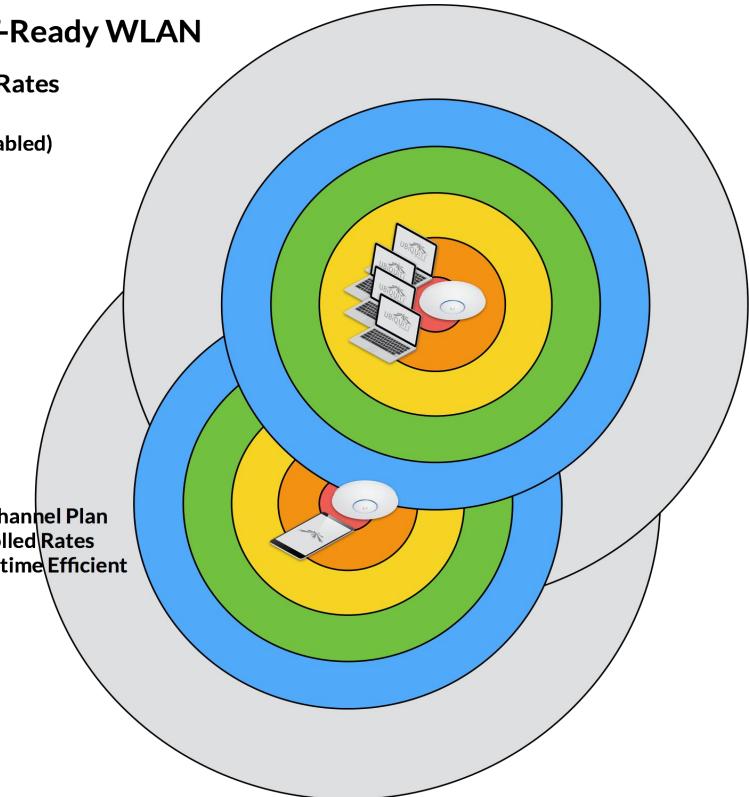


### 802.11ac VHT-Ready WLAN

#### Basic/Supported Rates

- 6-12 Mbps (Disabled)
- 18 Mbps
- 24 Mbps
- 36 Mbps
- 48 Mbps
- 54 Mbps

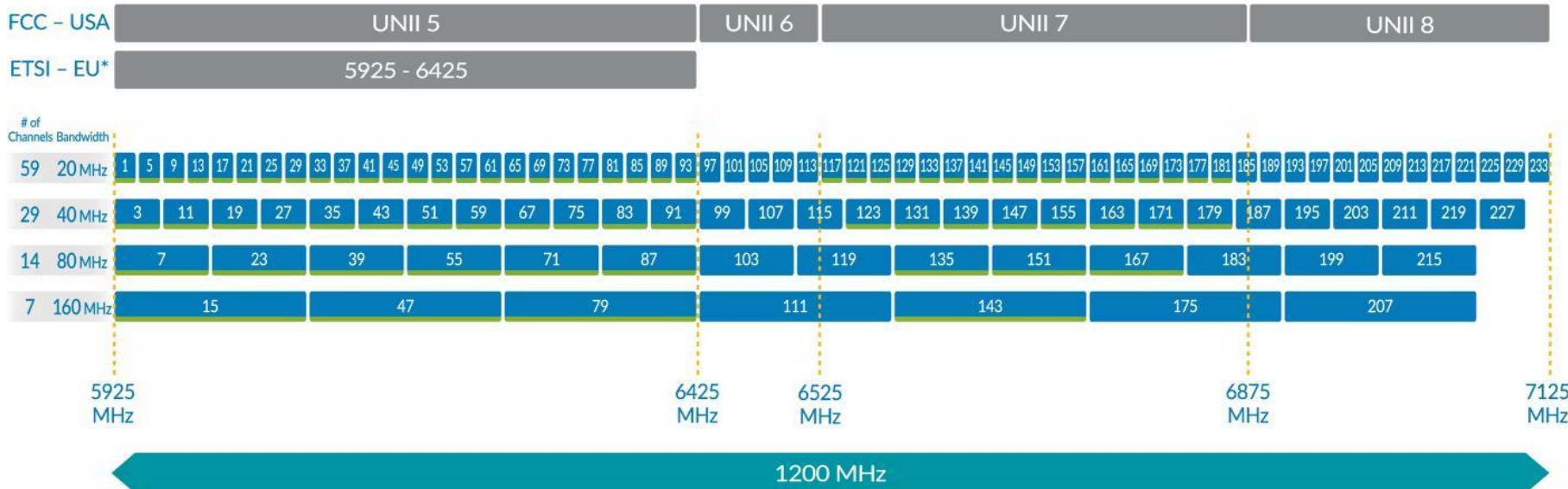
Effective Wireless Channel Plan  
with WLAN Controlled Rates  
High Rate Clients = Airtime Efficient





## Faixa de Frequências de Canais 802.11ax ou 802.11be 6.0GHz

### 6 GHz Channel Allocations



■ Low Power Indoor (LPI) Only

■ LPI + Automatic Frequency Coordination (AFC)

\* LPI + Very Low Power in EU

Fonte: <https://www.juniper.net/br/pt/research-topics/what-is-wi-fi-6e.html>

**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde

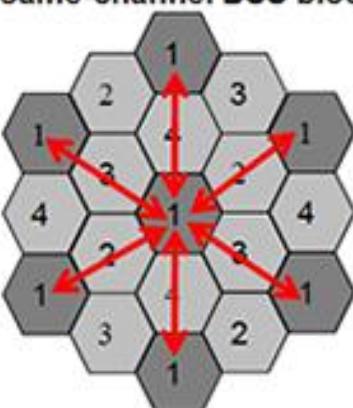


## Criação de Células de Conexão de Rede Sem-Fio 6.0GHz utilizando canais diferentes para cada Access Point (59 Canais de 20MHz sem Interferência/Sobreposição)

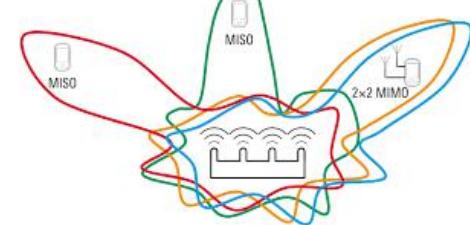
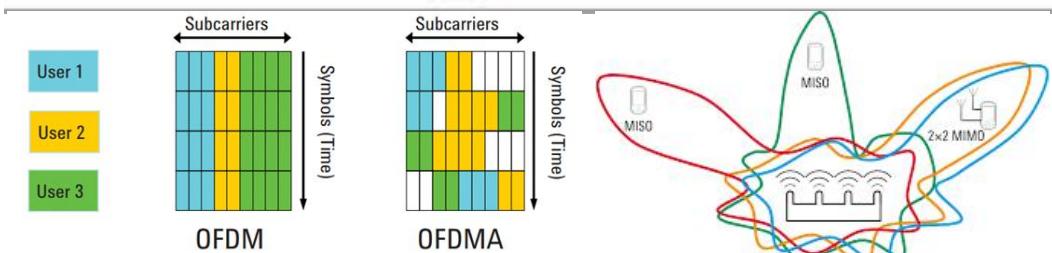
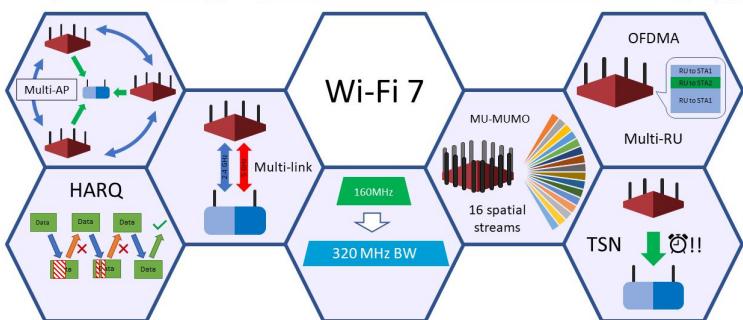
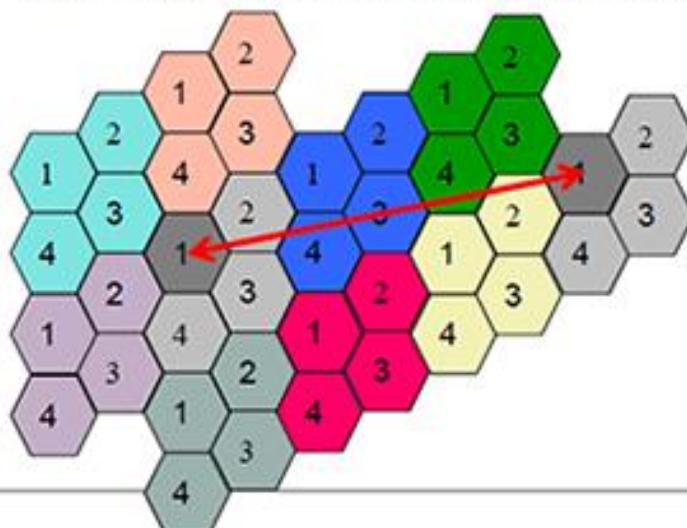
**Low Frequency Reuse  
(w/ 20 MHz channels)**



**Increased Frequency Reuse  
(w/ 80 MHz channels) -  
All same-channel BSS blocking**



**Same-channel BSS only blocked on Colour Match**



**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!! - AulaEAD.com**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Prof. Robson Vaamonde



## Tabela Resumida – Alocação de Canais Wi-Fi por Banda de Frequência

Faixa de Frequência	Nº Total de Canais	Largura Comum de Canal	Canais sem Sobreposição	Observações Técnicas
<b>2,4 GHz</b>	14 canais (20 MHz)	<b>20 MHz</b>	3 canais (1, 6 e 11)	Banda com maior interferência. Canais 12-14 não são usados no Brasil.
<b>5 GHz</b>	até 25 canais (20 MHz)	<b>20 / 40 / 80 / 160 MHz</b>	Vários (depende da largura de banda)	Canais DFS (52 a 144) exigem detecção de radar. Menos interferência que 2.4 GHz.
<b>6 GHz (Wi-Fi 6E)</b>	até 59 canais no Brasil (20 MHz)	<b>20 / 40 / 80 / 160, 320 MHz</b>	até 14 (de 80 MHz sem sobreposição)	Alta capacidade, menor latência, uso recente e regulamentado pela <b>Anatel desde 2020</b> .

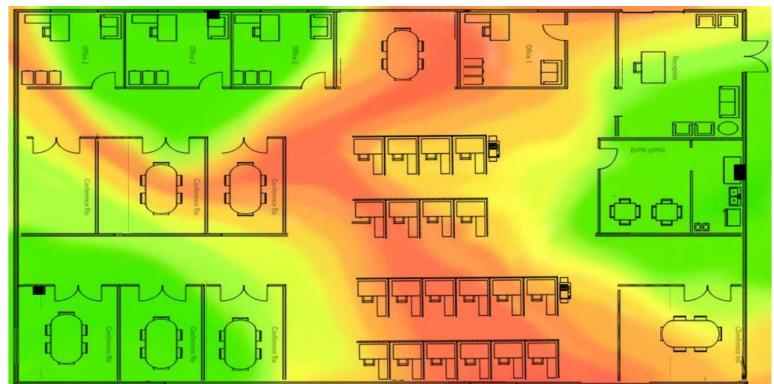
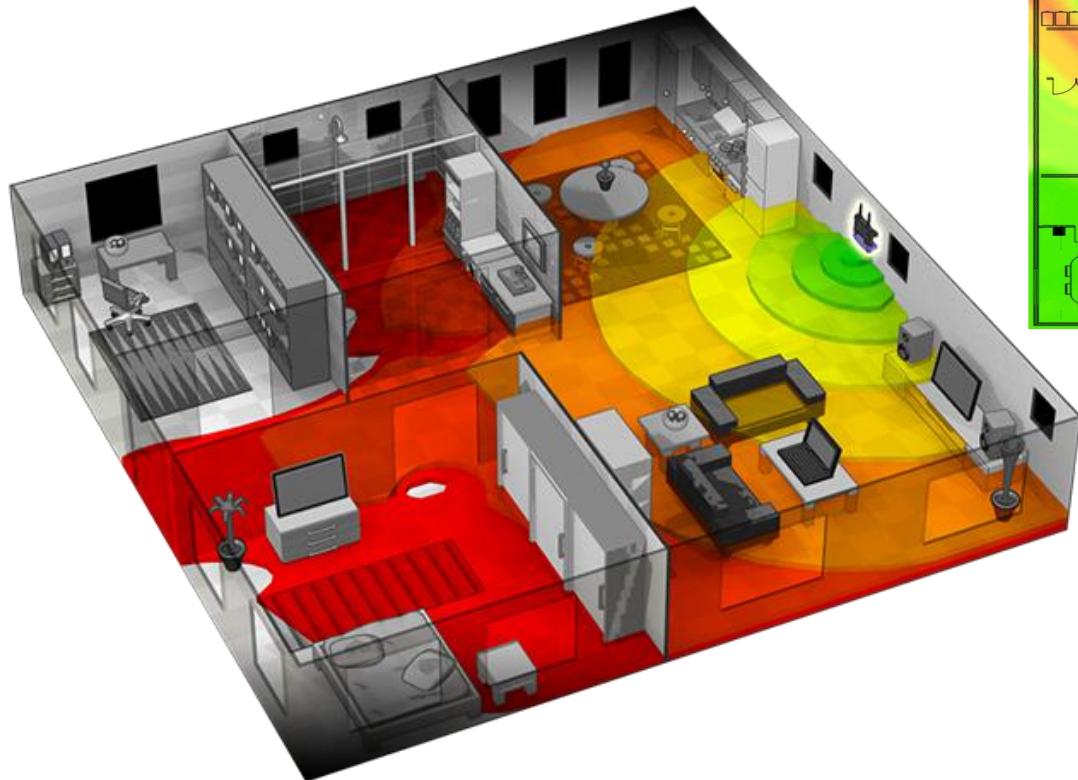
**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde

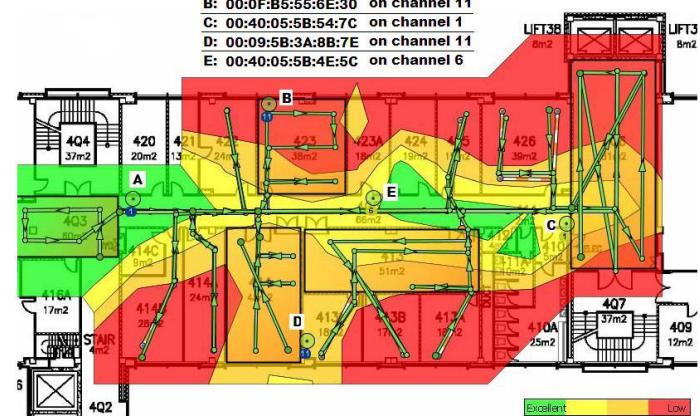


## Site Survey Wireless (Pesquisa do Local de Rede Sem-Fio) - Heat Map Wireless (Mapa de Calor de Rede Sem-Fio)

Fonte: <https://www.ittsystems.com/wifi-heat-maps-software-and-tools/>



A: 00:13:10:D5:69:88 on channel 1  
B: 00:0F:B5:55:6E:30 on channel 11  
C: 00:40:05:5B:54:7C on channel 1  
D: 00:09:5B:3A:8B:7E on channel 11  
E: 00:40:05:5B:4E:5C on channel 6





AP Indoor (Access Point Interno)



AP Outdoor (Access Point Externo)



UniFi® AP

UniFi® AP-LR

UniFi® AP-PRO



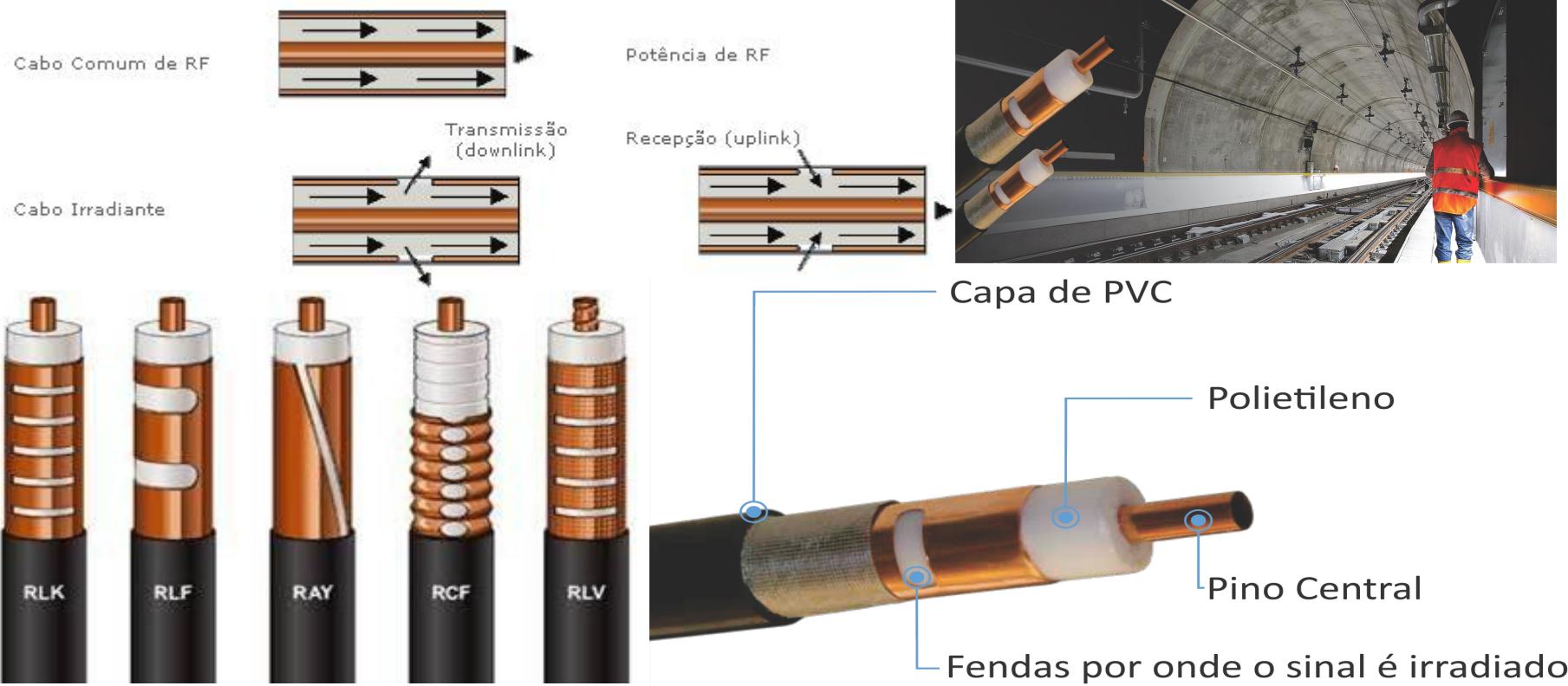
IP Rating (Ingress Protection) IPX6: nível de proteção de um dispositivo contra poeira e água

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Cabo Irradiante (Amplificador de Sinal - IWLAN Industrial Wireless LAN)



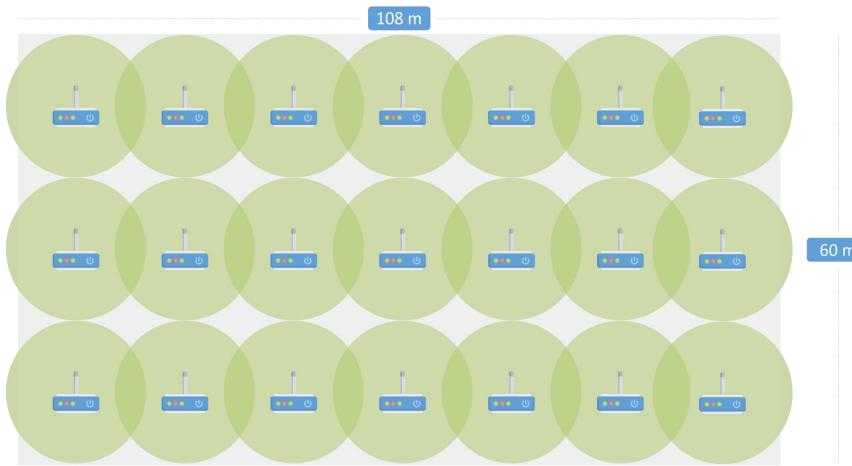
RF (Radio-Frequency) | RFID (Radio-Frequency IDentification)

**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

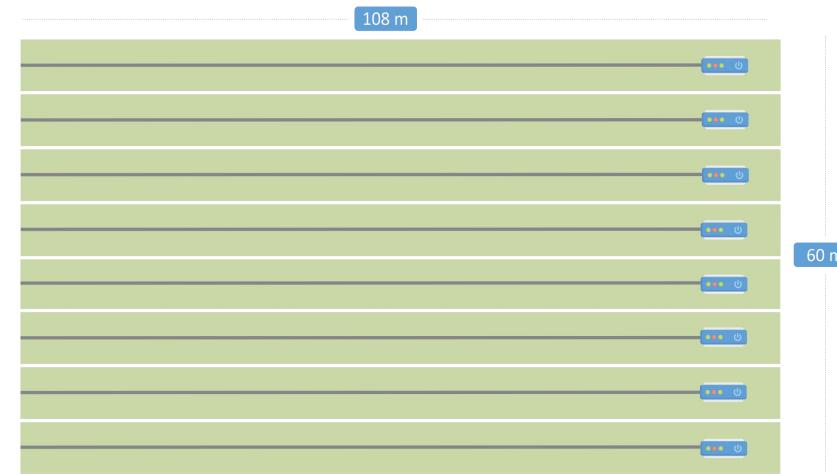
[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Solução com Access Point



## Solução com Cabo Irradiante



No modelo convencional,  
seria necessário a utilização  
de **21 (vinte e um) Access  
Point** para atender **6480mt<sup>2</sup>**  
de um galpão.

Utilizando o Cabo Irradiante,  
seria necessário a utilização  
de **8 (oito) Access Point** para  
atender **6480mt<sup>2</sup>** de um  
galpão.

Fonte: <https://www.linkedin.com/pulse/cabo-irradiante-o-que-%C3%A9-como-funciona-vantagens-e-aplica%C3%A7%C3%B5es/>

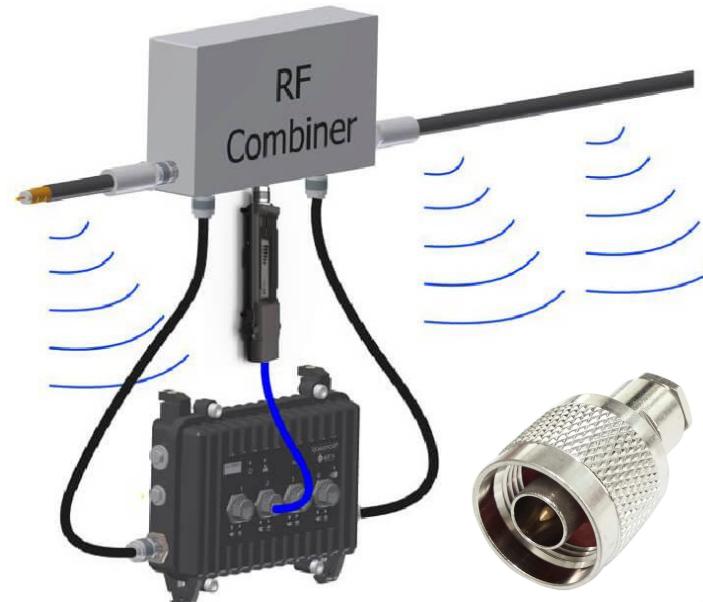
**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Aplificador de Sinal para Cabo Irradiante (IWLAN Industrial Wireless LAN)

Fonte: <https://products.rfi.com.au/en-au/digital-drift-industrial>



Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

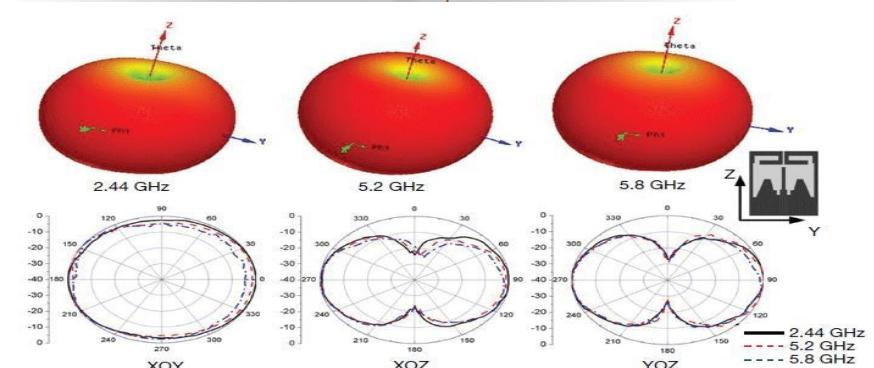
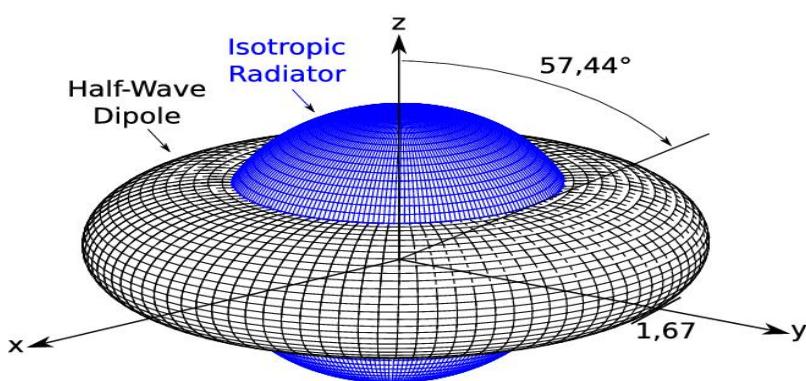
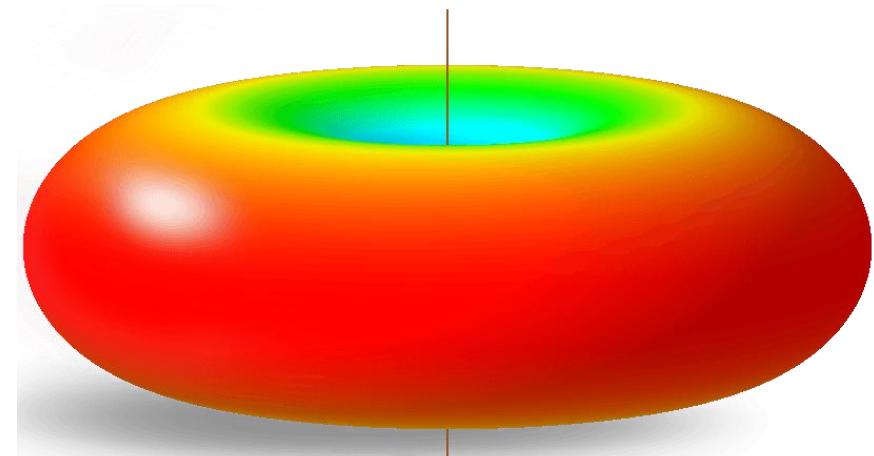
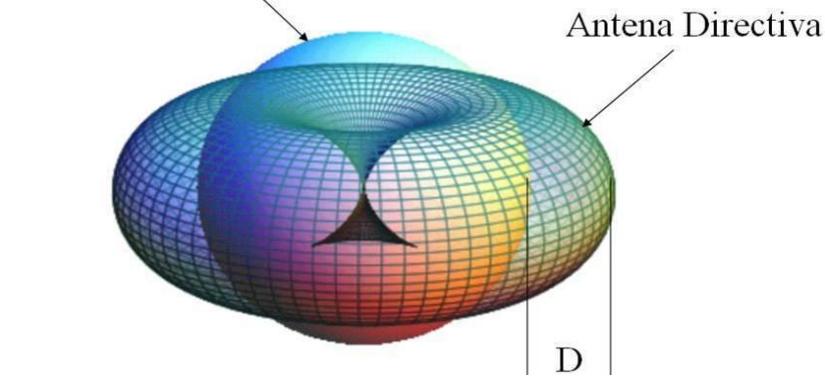
[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Antena Isotrópica (Conceito Teórico - Referência para comparação de Desempenho)

Fonte: <https://todoantenasek.wordpress.com/2011/04/27/teoriadeantenas/>

Antena isotrópica



Fonte: <https://www.radartutorial.eu/06.antennas/an10.pt.html>

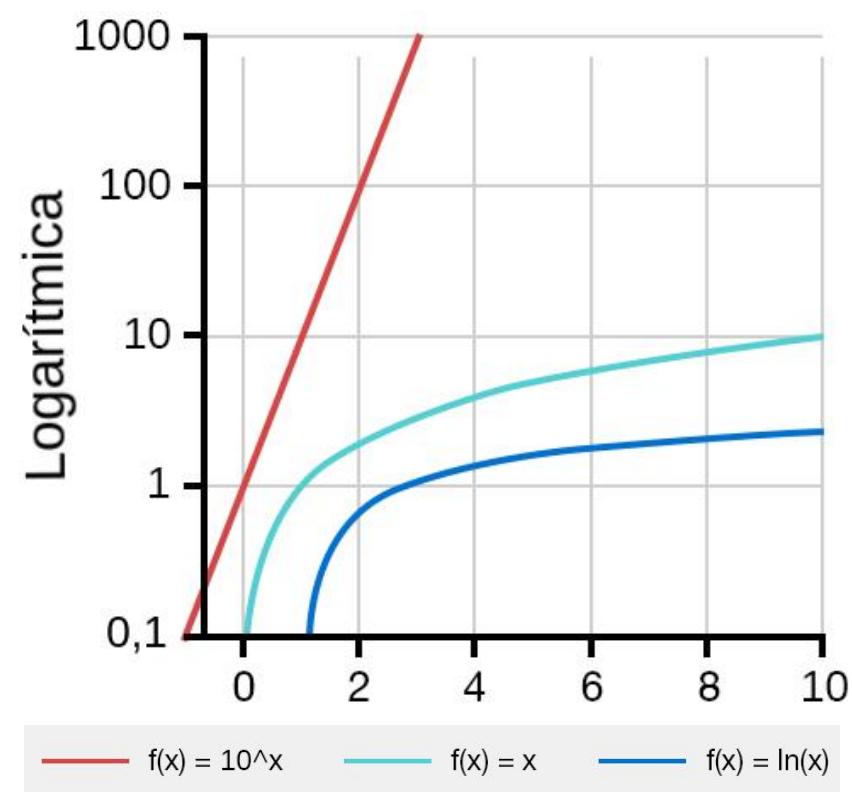
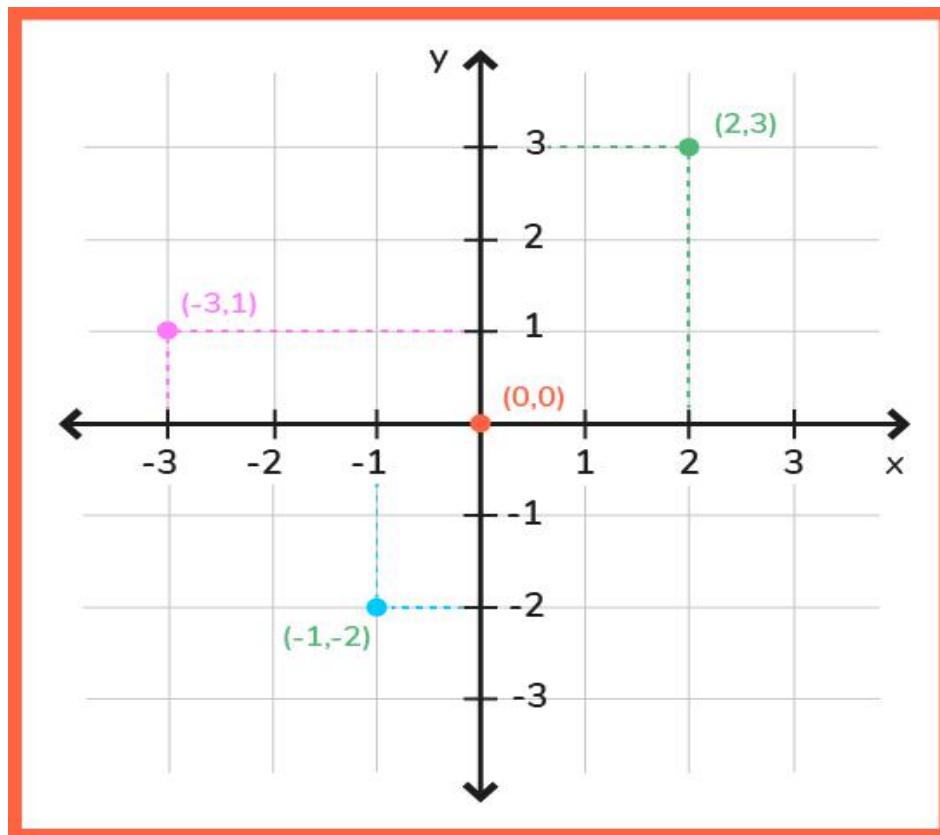
**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Plano Cartesiano e Escala Logarítmica para Redes Sem-Fio (Wi-Fi / Wireless)

Fonte: <https://guiadoestudante.abril.com.br/estudo/o-que-e-um-plano-cartesiano/>



Fonte: [https://theory.labster.com/es/logarithmic\\_scale/](https://theory.labster.com/es/logarithmic_scale/)

**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



**Tabela Explicativa: Potência, Atenuação e Ganho em Redes Sem-Fio (Wi-Fi)**

Termo	Unidade	Significado	Como Interpretar	Fórmula Referência
dB	Decibel	Medida relativa de <b>ganho ou perda</b> (logarítmica)	+dB = ganho / -dB = perda (atenuação)	$dB = 10 \times \log_{10} (P_2 / P_1)$
dBm	Decibel-miliwatt	<b>Potência absoluta</b> em relação a 1 mW	0 dBm = 1 mW +3 dBm ≈ dobra a potência	$dBm = 10 \times \log_{10} (P[mW])$
dbi	Decibel-isotropic	<b>Ganho de antena</b> em relação a antena isotrópica	Antena com mais diretividade, não potência	Não mede energia elétrica, só "foco"
mW	Miliwatt	<b>Potência real</b> da transmissão	Base para cálculo de dBm	$P[mW] = 10 ^ {(dBm/10)}$

**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



**Tabela de Conversão: dBm ↔ mW (Para Plano Cartesiano) Redes Sem-Fio**  
**Regra Logarítmica: +3 dBm = dobra a potência (2x), -3 dBm = metade da potência (÷2)**

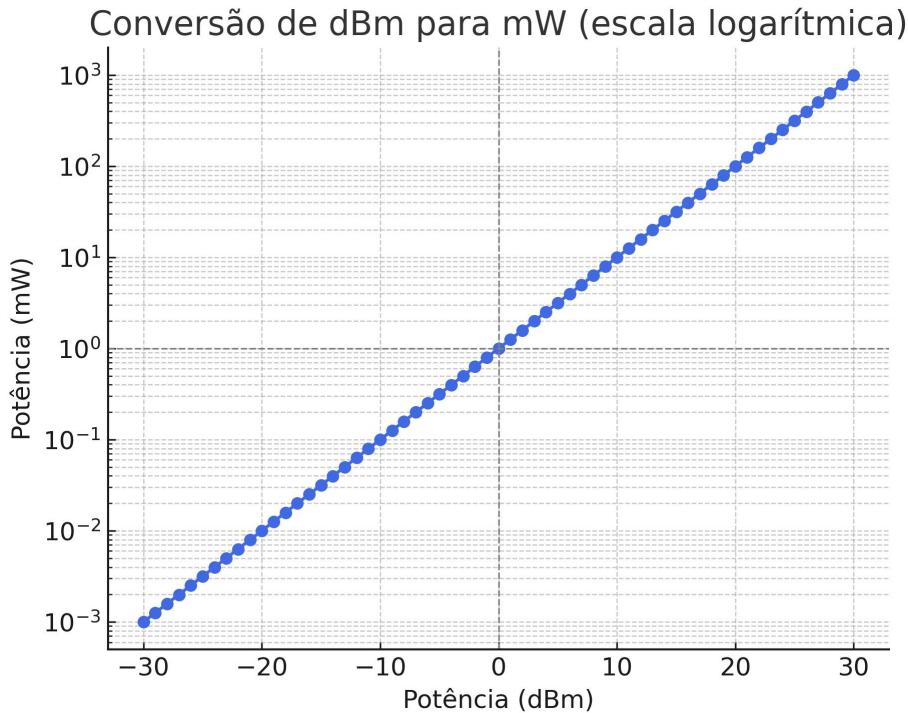
dBm	Equivalente em mW	Observação
<b>-30 dBm</b>	0,001 mW	Sinal muito fraco (quase inaudível)
<b>-20 dBm</b>	0,01 mW	Sinal muito fraco
<b>-10 dBm</b>	0,1 mW	Sinal fraco
<b>0 dBm</b>	1 mW	Referência padrão
<b>+3 dBm</b>	2 mW	Dobro da potência
<b>+6 dBm</b>	4 mW	Quatro vezes mais potência
<b>+10 dBm</b>	10 mW	Usado em APs domésticos
<b>+20 dBm</b>	100 mW	Límite legal em muitas regiões
<b>+30 dBm</b>	1.000 mW (1 W)	Muito alto (uso outdoor, torre, etc.)

**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

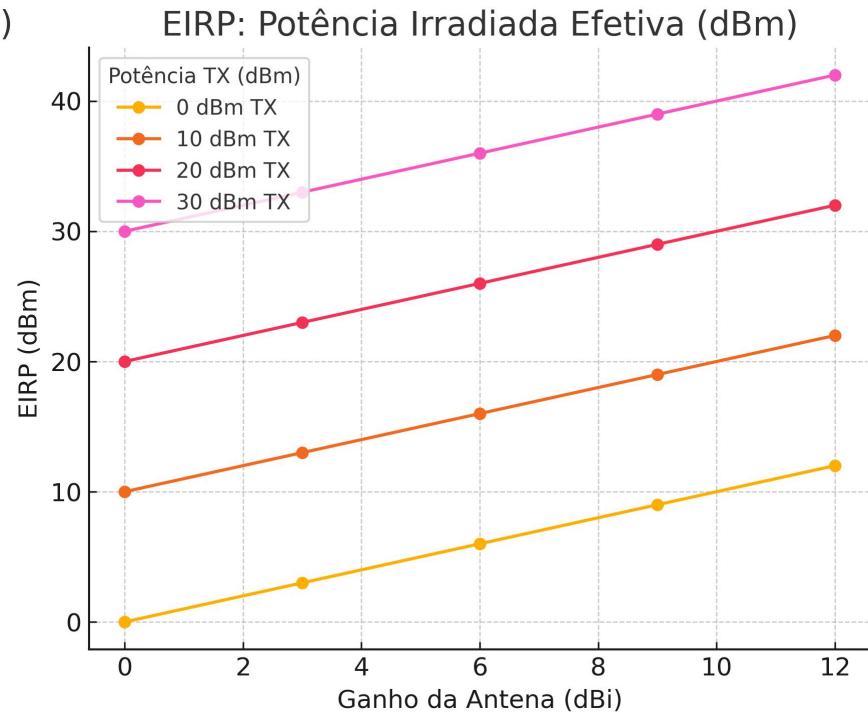
[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Gráficos de: Conversão de dBm para mW e EIRP (Potência Irradiada Efetiva)



0 dBm = 1 mW, cada +3 dBm dobra a potência, cada -3 dBm divide por 2.



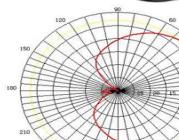
Fórmula aplicada:  $EIRP = \text{Potência TX (dBm)} + \text{Ganho Antena (dBi)}$

**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

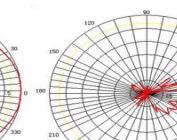
[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



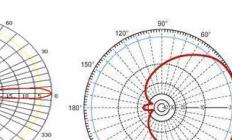
## Antenas Direcional



Horizontal

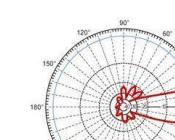


Vertical



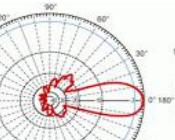
Horizontal

## Antenas Setorial

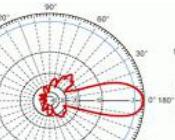


Vertical

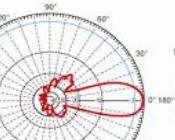
## Antenas Parabólicas



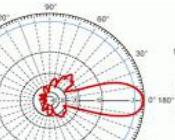
Horizontal



Vertical

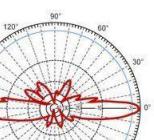


Horizontal



Vertical

## Antenas Omnidirecional



Vertical

Atenuação dB - (decibel) | Ganho dBi + (decibel isotropic) | Potência dBm (decibel miliwat: **0dBm = 1mW**)

**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## NIC (Network Interface Controller/Card) - Placa de Rede Wi-Fi



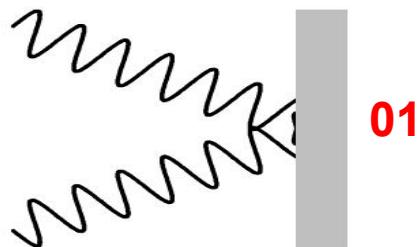
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde

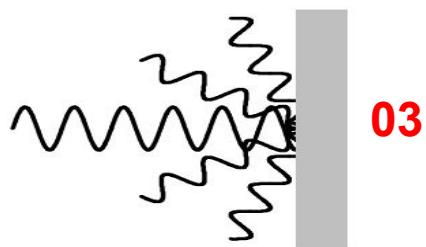


## Intereferência de Sinal no RF (Rádiofrequência - Wi-Fi/Wireless/Sem-Fio)

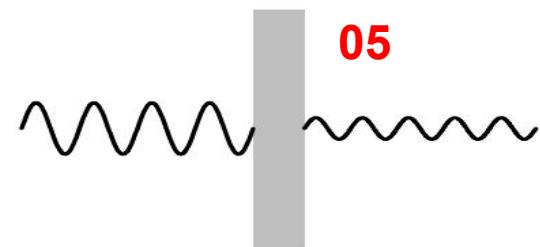
### Reflection



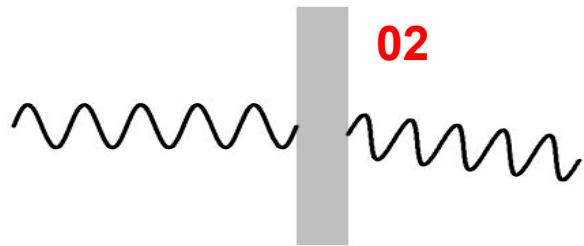
### Scattering



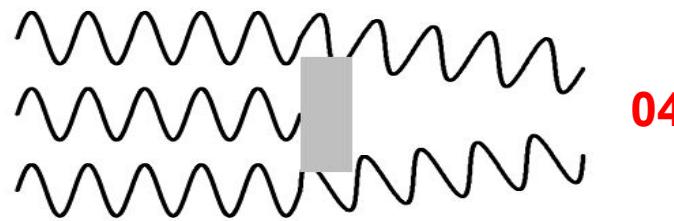
### Absorption



### Refraction



### Diffraction



**01:** Reflexão - (Retorno da Programação no mesmo Meio) | **02:** Refração (Alteração do Meio de Programação) | **03:** Espalhamento (Desvio de sua Trajetória Original) | **04:** Difração (Contorno de Obstáculos) | **05:** Absorção (Absorver a Programação do Sinal) | **06:** Atenuação (Perda da Intensidade) | **07:** Interferência (Construtiva e Destruitiva), **08:** Múltiplos Caminhos (Mais de um caminho disponível), **09:** Formação de Dutos (Fenômeno atmosférico de inversão térmica), **10:** Desvanecimento (Problema de Propagação).

**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Barreiras/Obstáculos RF (Rádiofrequência - Wi-Fi/Wireless/Sem-Fio - ETAPA:01)

Categoria	Exemplo / Fonte	Impacto no Wi-Fi	Mais Afetada	Observações Rápidas
Principais materiais de construção mais utilizados.	Paredes de Concreto Armado (Lajes - Vigas)	Alta atenuação de sinal	5.0 GHz	Reduz drasticamente o alcance e penetração.
	Alvenaria Comum (Tijolo + Reboco)	Atenuação média	2.4 GHZ 5.0 GHZ	Mais tolerável no 2.4GHz.
	Vidros com Películas Metálicas	Alta Interferência	5.0 GHz	Refletem o sinal.
	Madeira / Drywall	Baixa a Média	2.4 GHZ 5.0 GHZ	Passa relativamente bem.
	Espelhos Grandes	Alta Interferência	5.0 GHz	Reflete sinal — cria zonas mortas.
	Porcelanato / Cerâmica / Azulejo (Camada Vítreia)	Atenuação Média	5.0 GHz	Comuns em banheiros e cozinhas, dificultam penetração.

**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Barreiras/Obstáculos RF (Rádiofrequênci a - Wi-Fi/Wireless/Sem-Fio - ETAPA:02)

Categoria	Exemplo / Fonte	Impacto no Wi-Fi	Mais Afetada	Observações Rápidas
Fontes eletrônicas.	Micro-ondas (2.4GHz)	<b>Altíssima Interferência</b>	2.4 GHz	Quase inutiliza canais próximos.
	Telefones sem fio (antigos DECT)	<b>Interferência Moderada a Alta</b>	2.4 GHz	Frequências próximas.
	Dispositivos Bluetooth	<b>Interferência Leve a Moderada</b>	2.4 GHz	Compete em espectro.
	Smart TVs / Caixas de Som Wi-Fi	<b>Interferência Leve a Moderada</b>	2.4 GHZ 5.0 GHZ	Dependendo da distância e banda usada.

**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Barreiras/Obstáculos RF (Rádiofrequência - Wi-Fi/Wireless/Sem-Fio - ETAPA:03)

Categoria	Exemplo / Fonte	Impacto no Wi-Fi	Mais Afetada	Observações Rápidas
Ambientes com Muita Gente	Salas de Aula / Escritórios Lotados	Falta de Espectro	2.4 GHZ 5.0 GHZ	Muitos dispositivos conectados simultaneamente.
Outros Obstáculos	Aquários com Água	Alta Atenuação	5.0 GHz	Água absorve fortemente sinais de alta frequência.
	Revestimentos Metálicos, Cabines e Elevador	Blindagem quase Total	5.0 GHz	Sinal praticamente bloqueado.
	Linhas de Alta Tensão / Subestações	Interferência Eletromagnética Esporádica	2.4 GHZ 5.0 GHZ	Mais crítica em instalações externas e mal aterradas.
Fatores Ambientais	Clima: Chuva Intensa, Neblina, Vento	Leve Impacto em Ambientes Abertos	5.0 GHz	Pode afetar links externos (ex: PTP, bridges).
	Qualidade do Ar (Partículas, Poluição, etc)	Impacto muito Baixo	Nenhum	Relevante apenas em redes externas e casos extremos.

**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Barreiras/Obstáculos RF (Rádiofrequência - Wi-Fi/Wireless/Sem-Fio - ETAPA:04)

Categoria	Exemplo / Fonte	Impacto no Wi-Fi	Mais Afetada	Observações Rápidas
Elementos Estruturais e Mobiliário	Móveis Grandes e Espessos (armários embutidos, estantes)	Alta Atenuação	5.0 GHz	Reducz alcance significativamente.
	Eletrodomésticos metálicos (fogões, geladeiras, fornos)	Reflexão e Bloqueio	5.0 GHz	Muito comuns em cozinhas.
	Tinta metálica ou com Partículas Condutivas	Reflexão e Blindagem	5.0 GHz	Usada em algumas paredes modernas ou decorativas.
Ambiente Externo / Vizinhança	Equipamentos industriais (motores, soldas, etc.)	Ruído Eletromagnético	2.4 GHZ 5.0 GHZ	Mais comum em ambientes corporativos ou industriais.
Infraestrutura Elétrica e Instalações	Canaletas metálicas (Eletrocalhas)	Atenuação e Reflexão	5.0 GHz	Especialmente se o roteador estiver dentro ou muito próximo.
	Fontes de energia chaveadas (baratas)	Ruído Eletromagnético	2.4 GHz	Fontes genéricas geram muito ruído nos 2.4GHz.

**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Repetidor de Sinal Interno



Recomendado para utilização interna, residência ou empresa, **sem proteção hermética (IPX)**.

## Repetidor de Sinal Externo



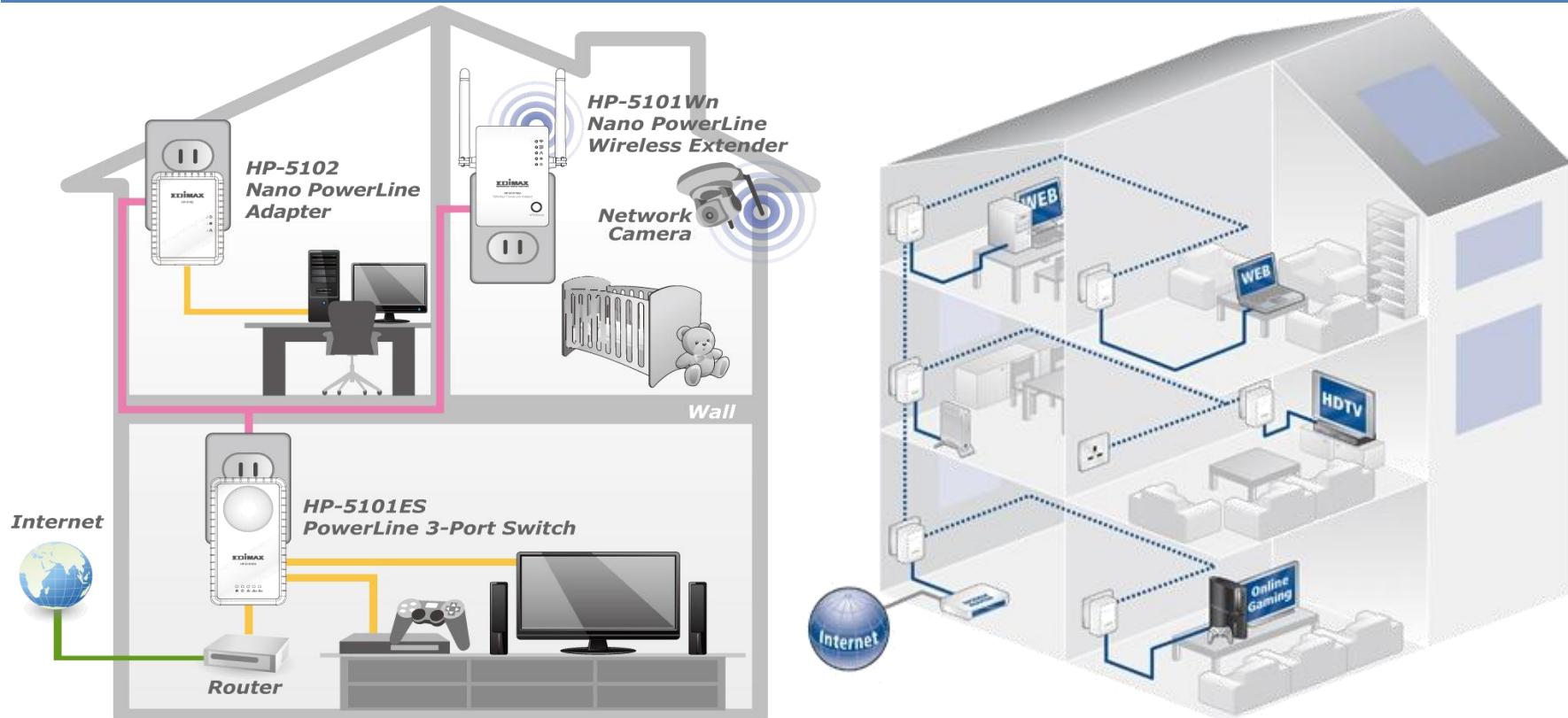
Pode ser usado externamente ou internamente, **com sistema de proteção hermética (IPX)**.

**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Powerline PLC (Power Line Communication) | dLAN (Devolo/Direct LAN)



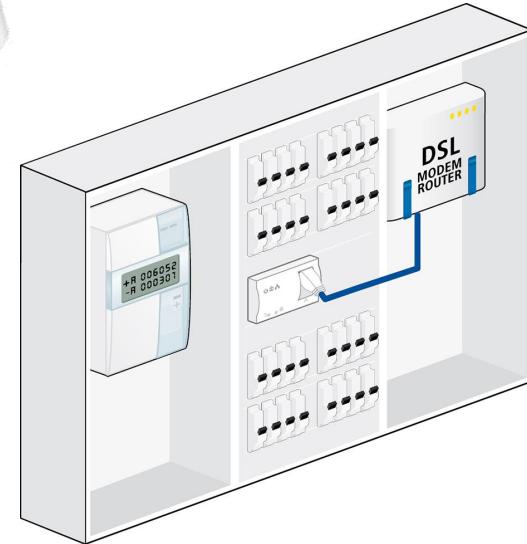
Fonte: [https://www.edimax.com/edimax/merchandise/merchandise\\_detail/data/edimax/global/powerline\\_av500/hp-5103/](https://www.edimax.com/edimax/merchandise/merchandise_detail/data/edimax/global/powerline_av500/hp-5103/)

**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Powerline PLC (Power Line Communication) | dLAN (Devolo/Direct LAN)

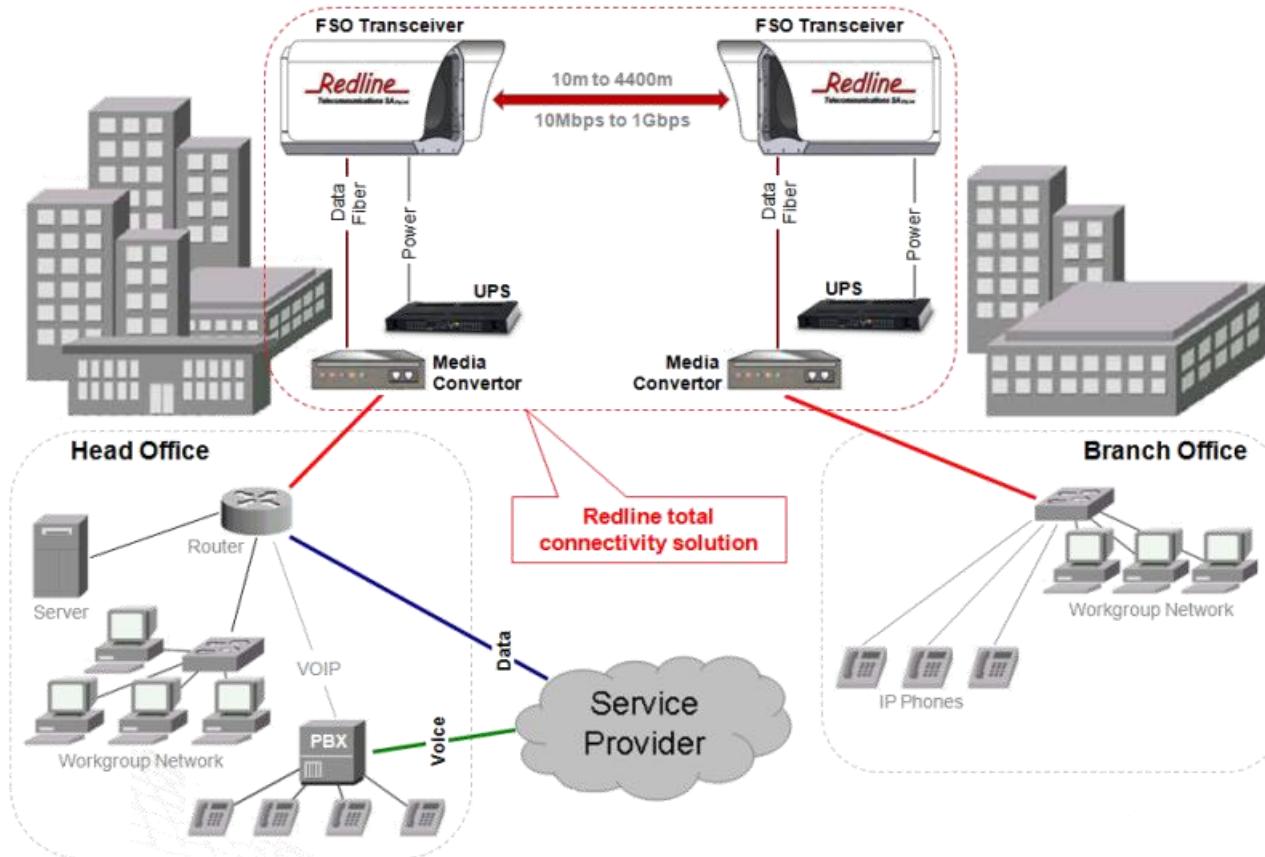


Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## FSO IR Laser (Free-space point-to-point optical links - Infrared)

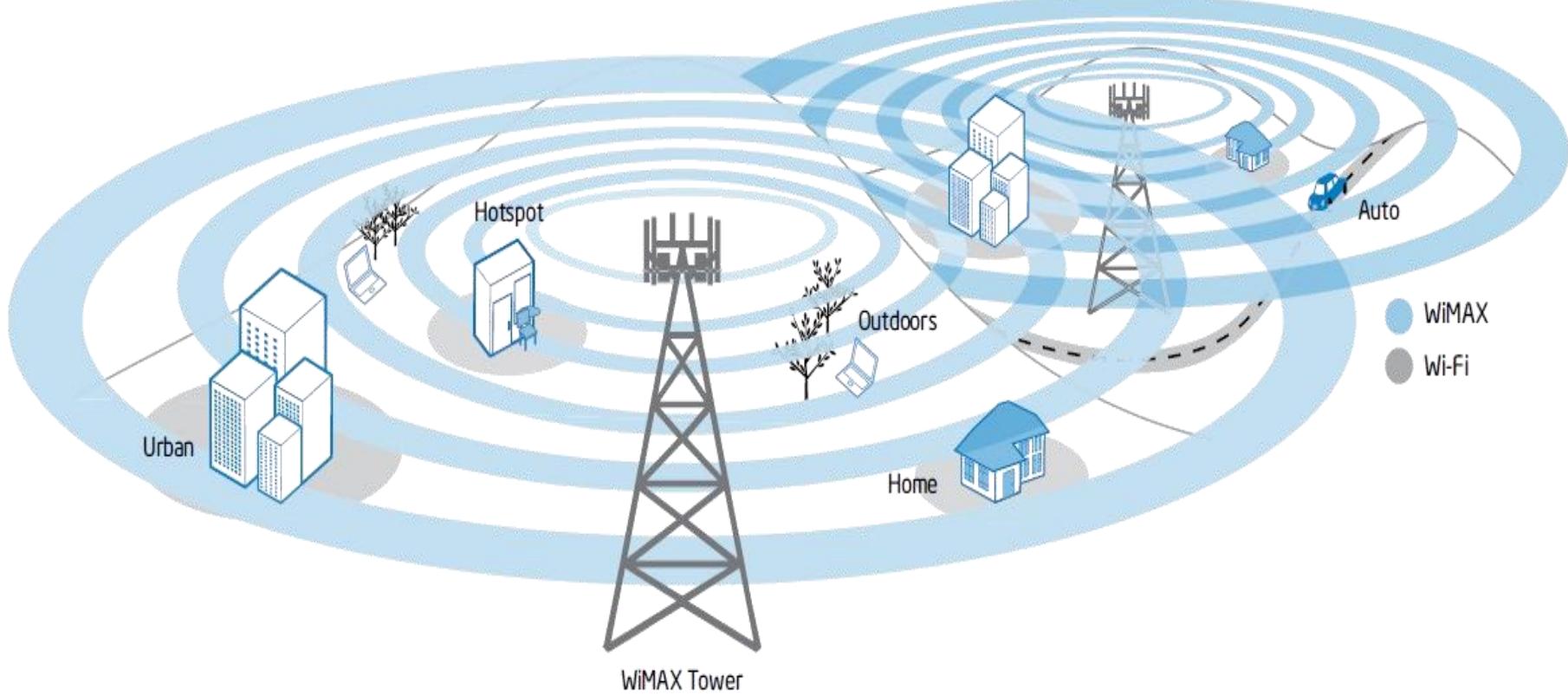


Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## WIMAX (IEEE 802.16 - 2.6GHz/3.5GHz/5.8GHz - Worldwide Interoperability for Microwave Access - distâncias de: 6 ~ 9 Km)



Fonte: <https://boneymaundu.medium.com/wi-fi-vs-wimax-a-basic-understanding-c6ecf2b18ac6>

**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



**1G**



**2G / 2.5G**



**3G**



**4G / 4.5G**



**1G**  
1981

**2G**  
1992

**3G**  
2001

**4G**  
2011

**5G** (Em desenvolvimento desde **2008/2012** - lançado em 2020, antes veio o **4.5G**  
**LTE para suprir as necessidades de velocidade e latência**)

**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

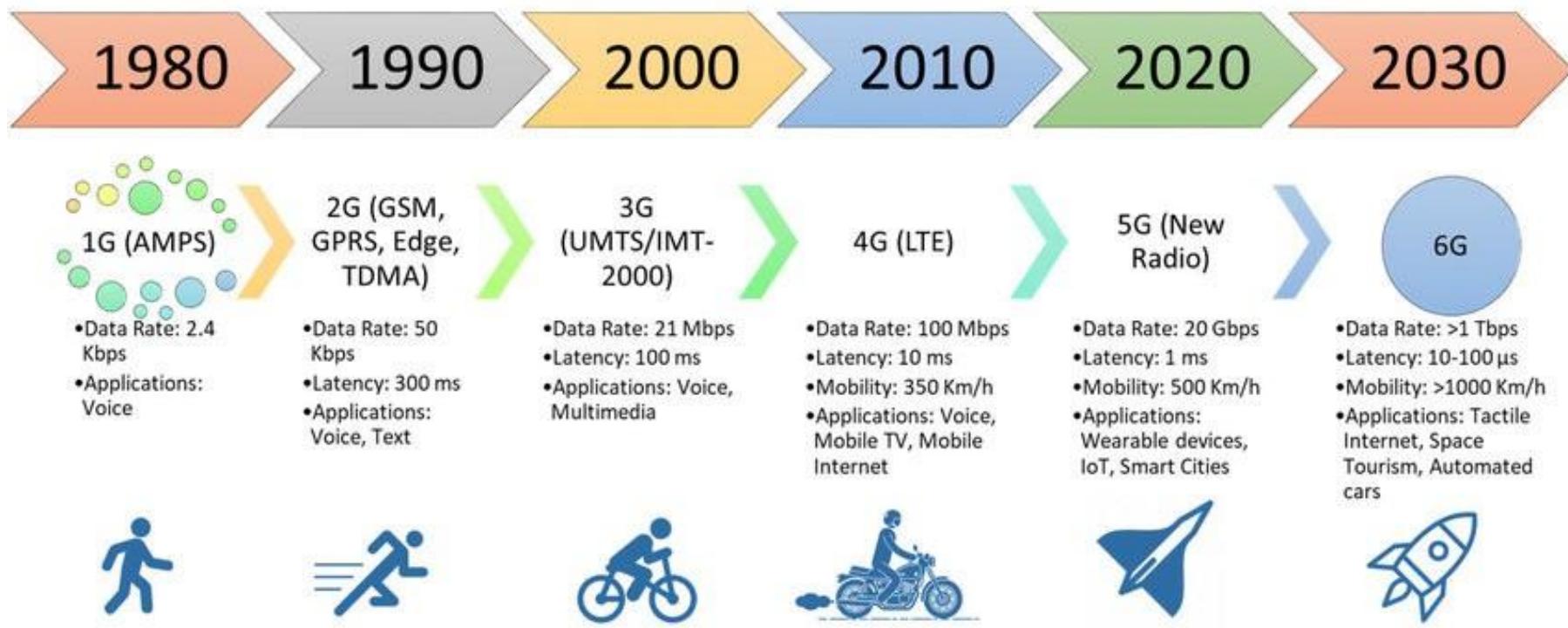
[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde





## Futuro da Tecnologia de Celular no Brasil e no Mundo

Fonte: <https://www.linkedin.com/pulse/understanding-5g-glimpse-6g-evolution-connectivity-dr-manpreet-puri/>



6G (Previsto para **2028 e 2030** ainda em fase de pesquisa e testes globais).

**Objetivo de ultrapassar os limites do 5G.**

**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Modem 3G/4G/5G (UMTS, CDMA, EVDO, HSDPA, HSPA, HSUPA, LTE)

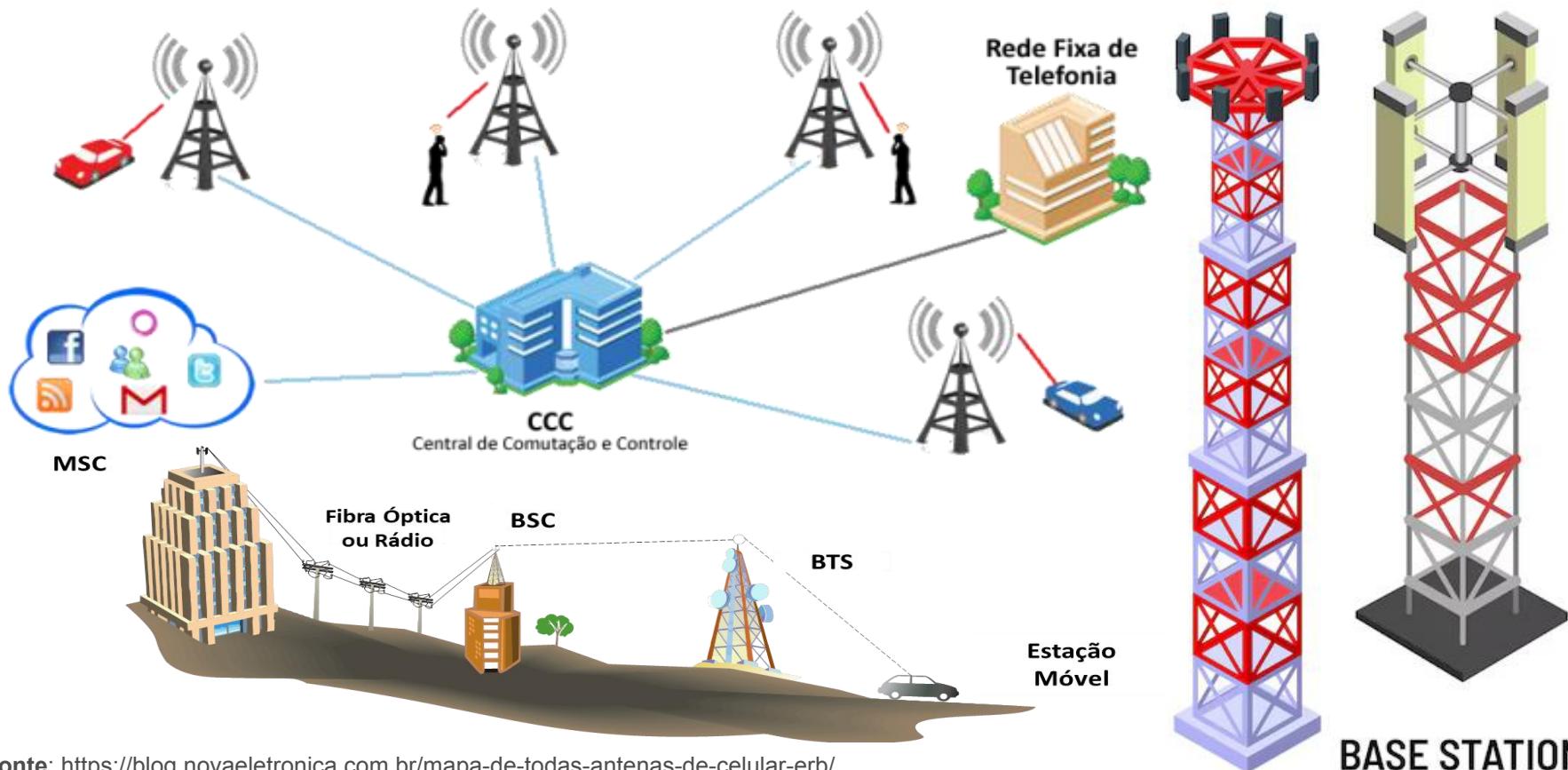


Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Torres de Celular ERB (Estação Rádio Base - Antenas / Torre de Celular)



Fonte: <https://blog.novaelectronica.com.br/mapa-de-todas-antenas-de-celular-erb/>

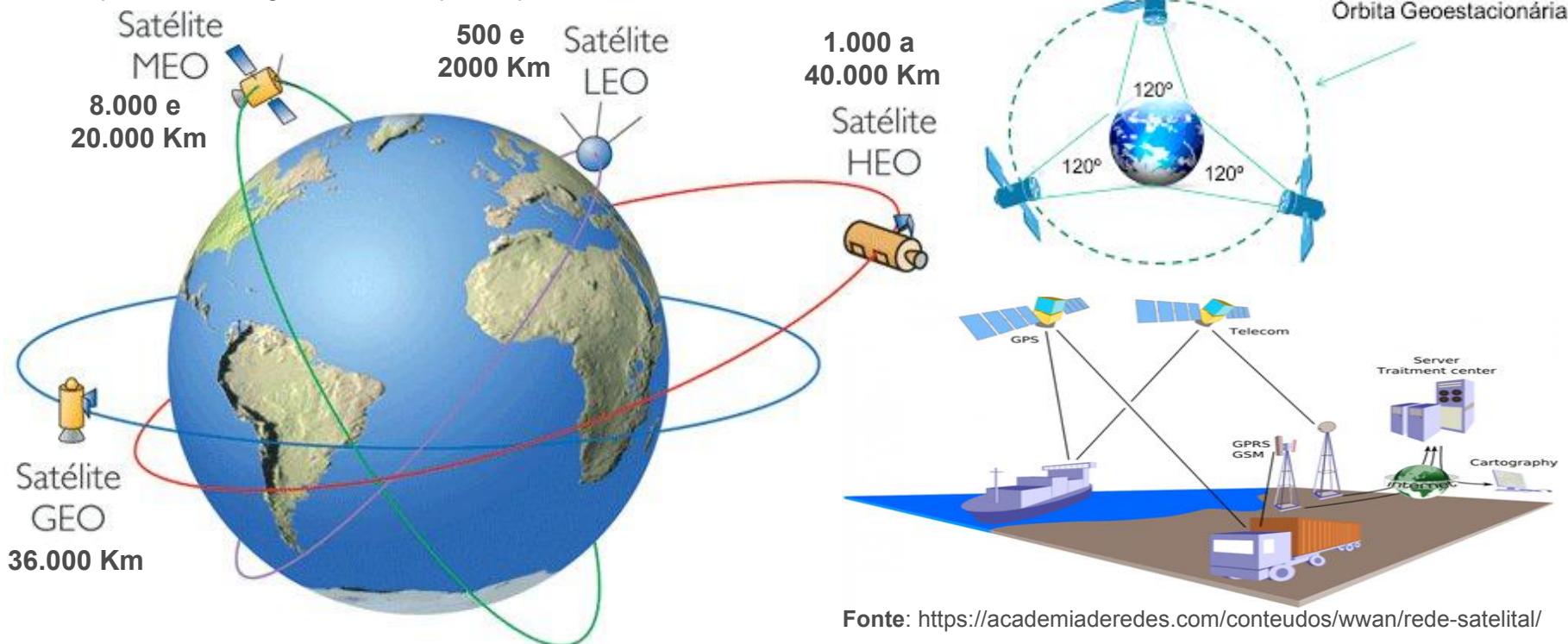
**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Funcionamento Básico dos Satélite (LEO, MEO, GEO e HEO)

Fonte: <https://www.whcengenharia.com.br/post/o-que-s%C3%A3o-e-como-funcionam-os-sat%C3%A9lites>



Fonte: <https://academiaderedes.com/conteudos/wwan/rede-satelital/>

**LEO** (Low Earth Orbit - Satélite de Baixa Órbita), **MEO** (Medium Earth Orbit - Satélite de Média Órbita), **GEO** (Geostationary Orbit - Órbita Geoestacionária), **HEO** (Highly Elliptical Orbit - Orbital Altamente Elíptica)

**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

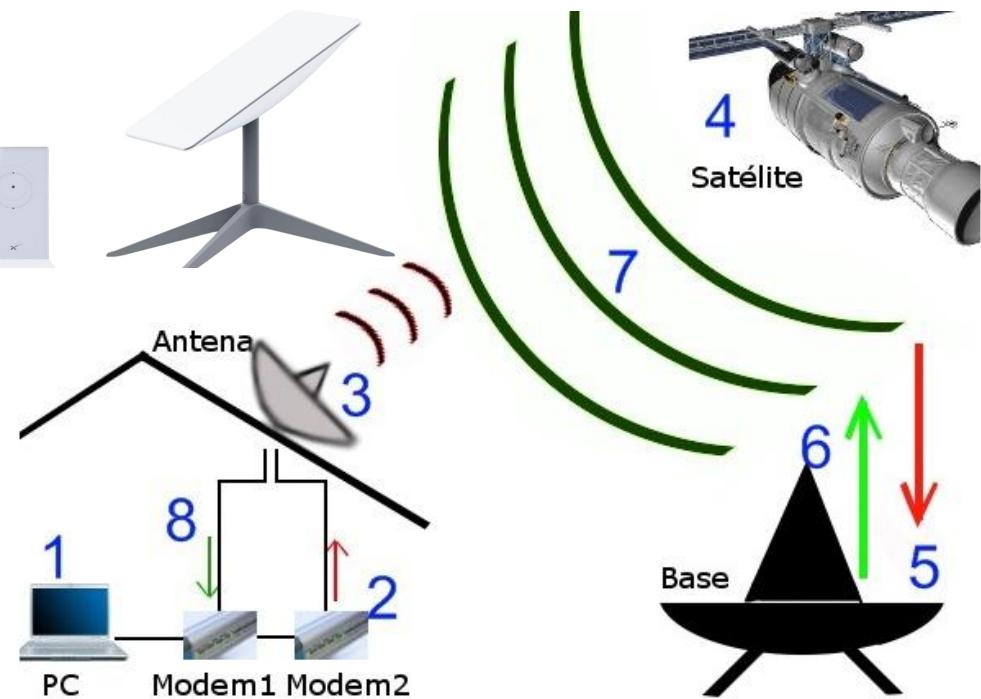
[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Banda Larga via Satélite (Frequências Ku, Ka, 5850 ~ 6425 MHz / 3625 ~ 4200 MHz)

Fonte: <https://ireneirene944.wordpress.com/2015/06/18/comunicacion-via-satelite/>

Fonte: <https://wirelesscg.webnode.pt/funcionamento/>



**01:** Origem/PC, **02:** Modem, **03:** Antena/Terra, **04:** Terra/Satélite, **05:** Satélite/Terra/Dados, **06:** Antena Base Terra/Satélite, **07:** Satélite/Antena/Terra, **08:** Modem/PC

**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Funcionamento Básico dos Satélite de GPS (Global Positioning System)

Fonte: <https://blog.valejet.com/nao-fique-perdido-saiba-como-funciona-um-gps/>

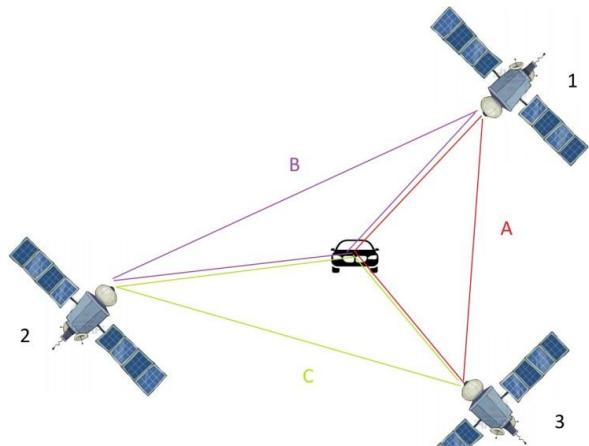


Figure 1

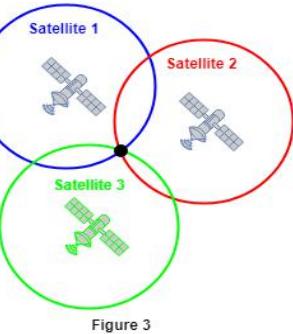
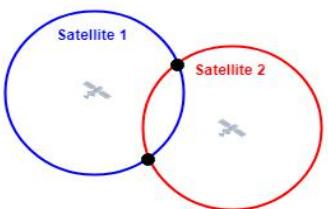
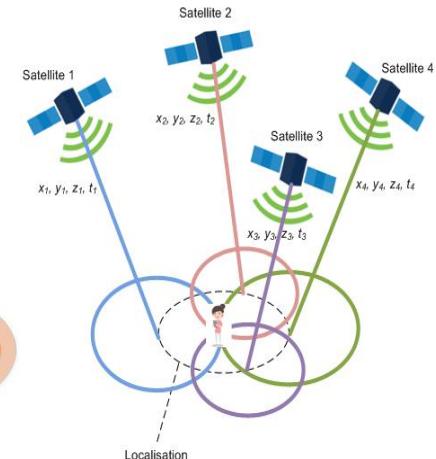
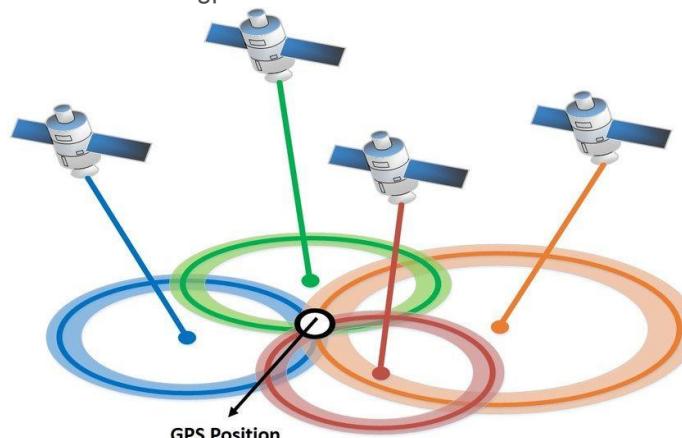


Figure 3



Band	Frequency	Description
L1	1575.42 MHz	C/A, P, L1 civil (L1C), and military (M) codes
L2	1227.60 MHz	P, L2C, and M-code
L3	1381.05 MHz	Used for nuclear detonation detection
L4	1379.91 MHz	Studied for ionospheric corrections
L5	1176.45 MHz	Support applications critical to civilian safety-of-life (SoL)

**Triangulação:** Ângulos → Posição.  
**Trilateração:** Distâncias → Posição.

Fonte: [https://www.researchgate.net/figure/GPS-Position-calculation-using-triangulation\\_fig7\\_344283882](https://www.researchgate.net/figure/GPS-Position-calculation-using-triangulation_fig7_344283882)

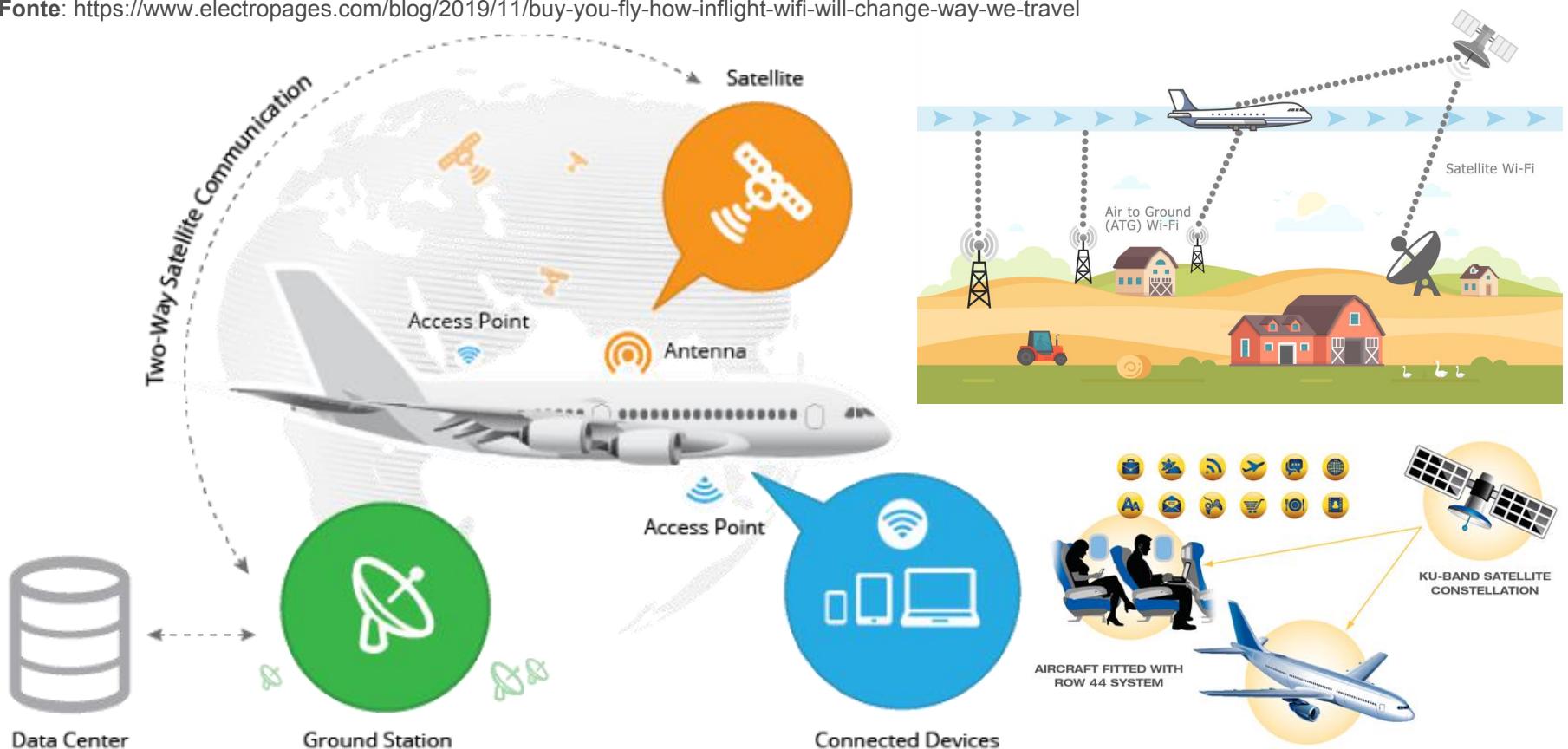
**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Funcionamento Básico dos Satélite e Rede Wi-Fi no Avião (Airplane/Flight)

Fonte: <https://www.electropages.com/blog/2019/11/buy-you-fly-how-inflight-wifi-will-change-way-we-travel>



**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

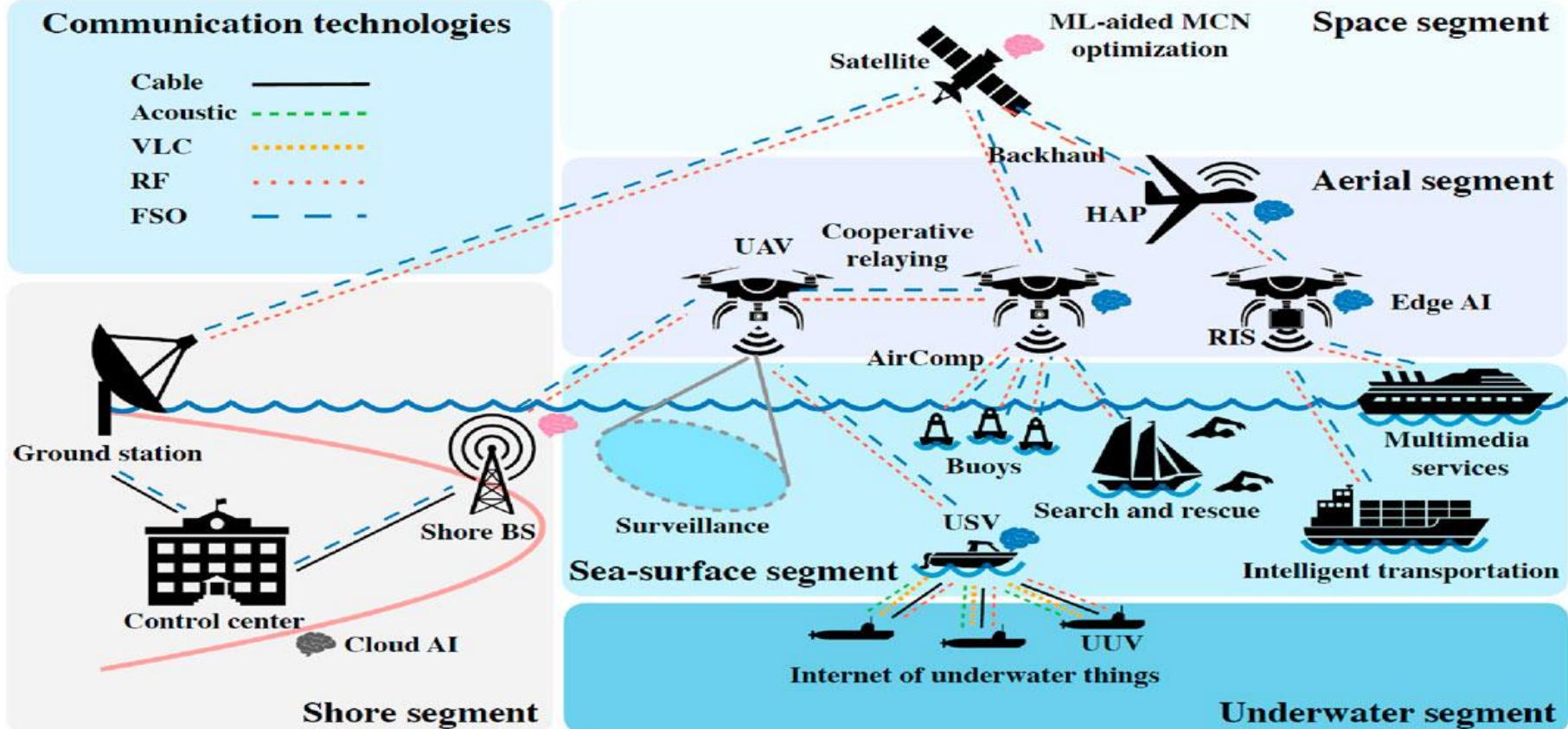
[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Funcionamento Básico dos Satélite e Rede Wi-Fi Offshore (Fora da Costa)

### Communication technologies

- Cable ——————
- Acoustic -----
- VLC .....
- RF .....
- FSO - - -



Fonte: <https://www.frontiersin.org/journals/communications-and-networks/articles/10.3389/frcmn.2024.1439529/full>

**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde

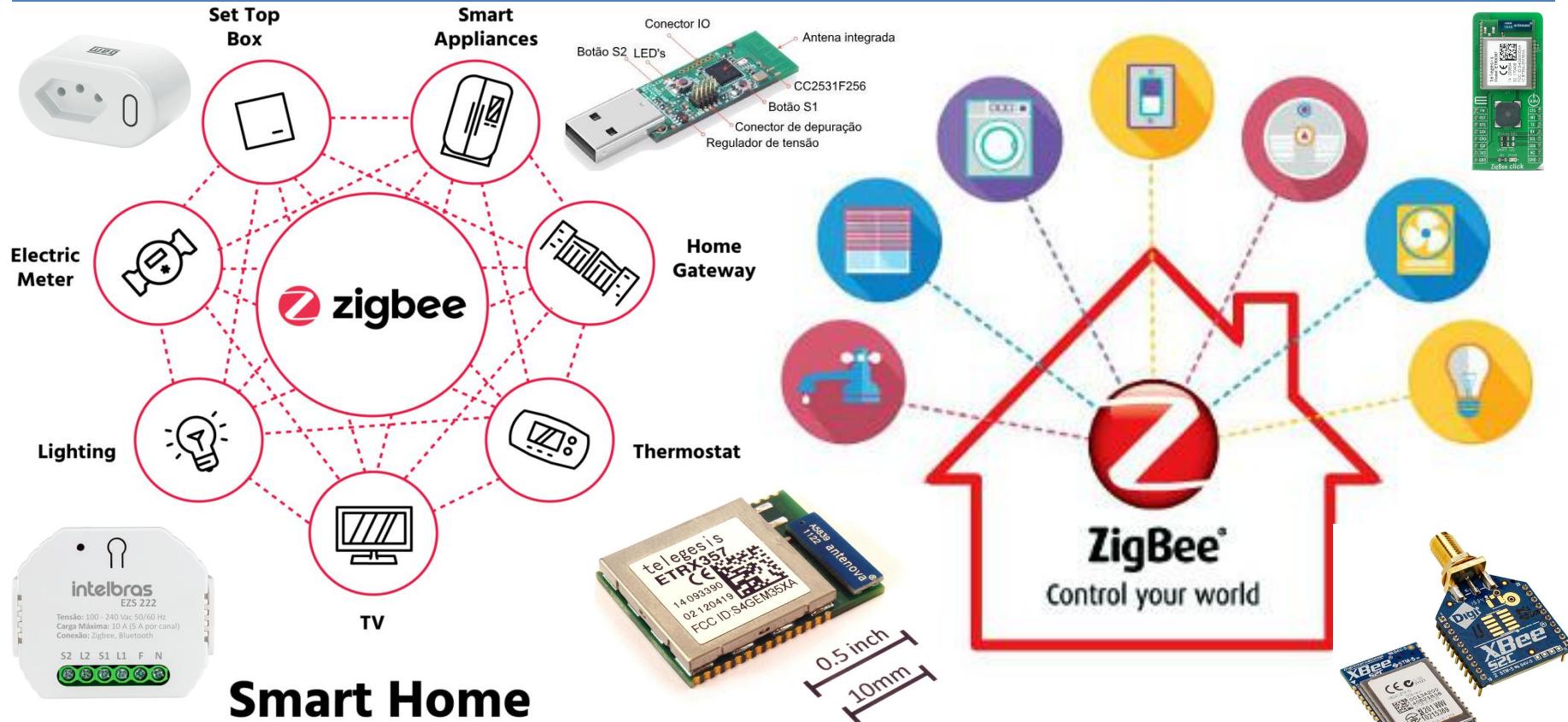


## Bluetooth (IEEE 802.15.1 - 2.4 ~ 2.485GHz - 10/100mts - Última versão 6.1)





## Zigbee (IEEE 802.15.4 - 2.4 ~ 2.485GHz - 10/100mts - Última versão 3.0)



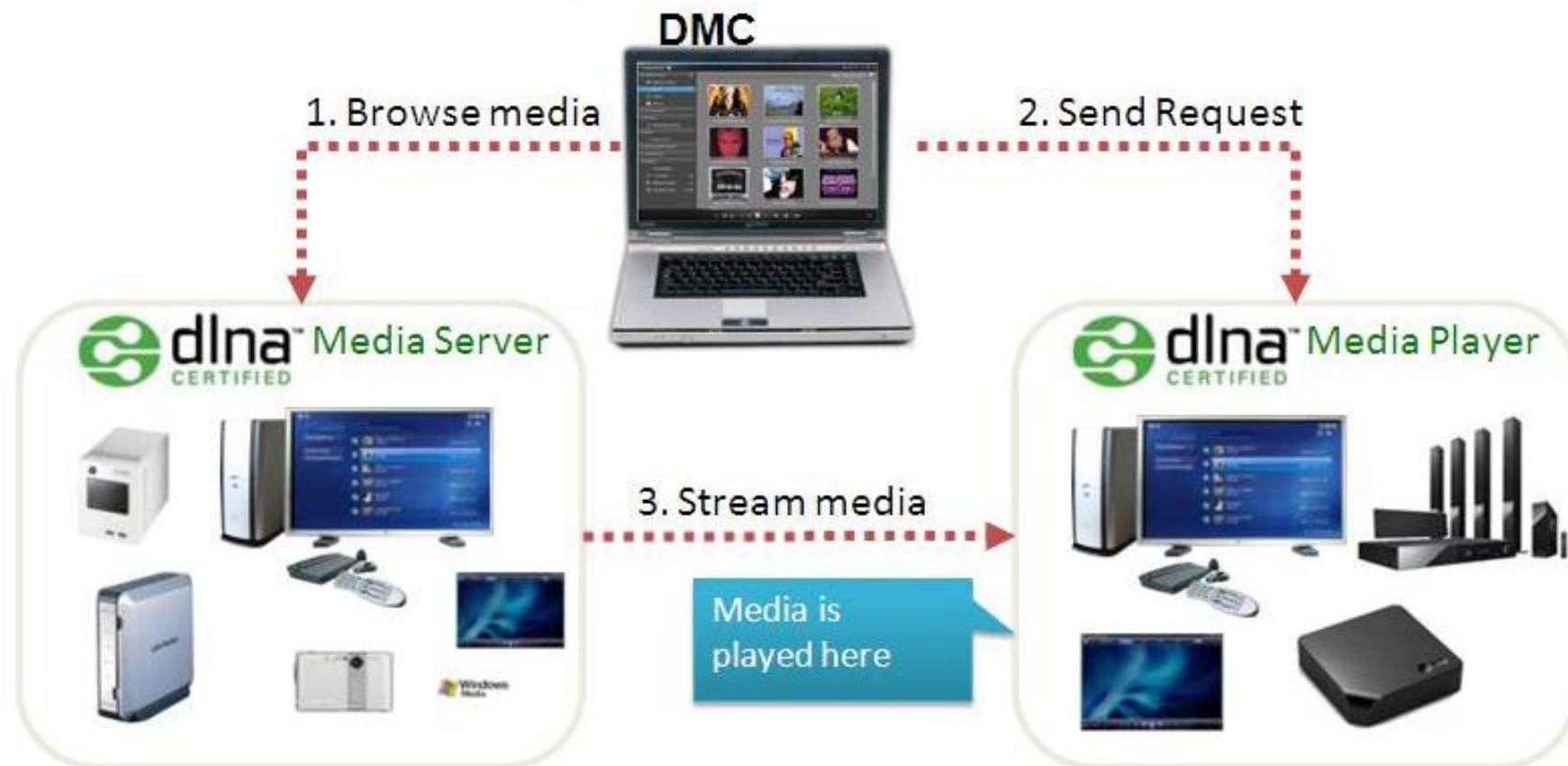
Fonte: <https://www.comunicacionesinalambricashoy.com/zigbee-green-power/>

**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## DLNA (Digital Living Network Alliance - 30mts)

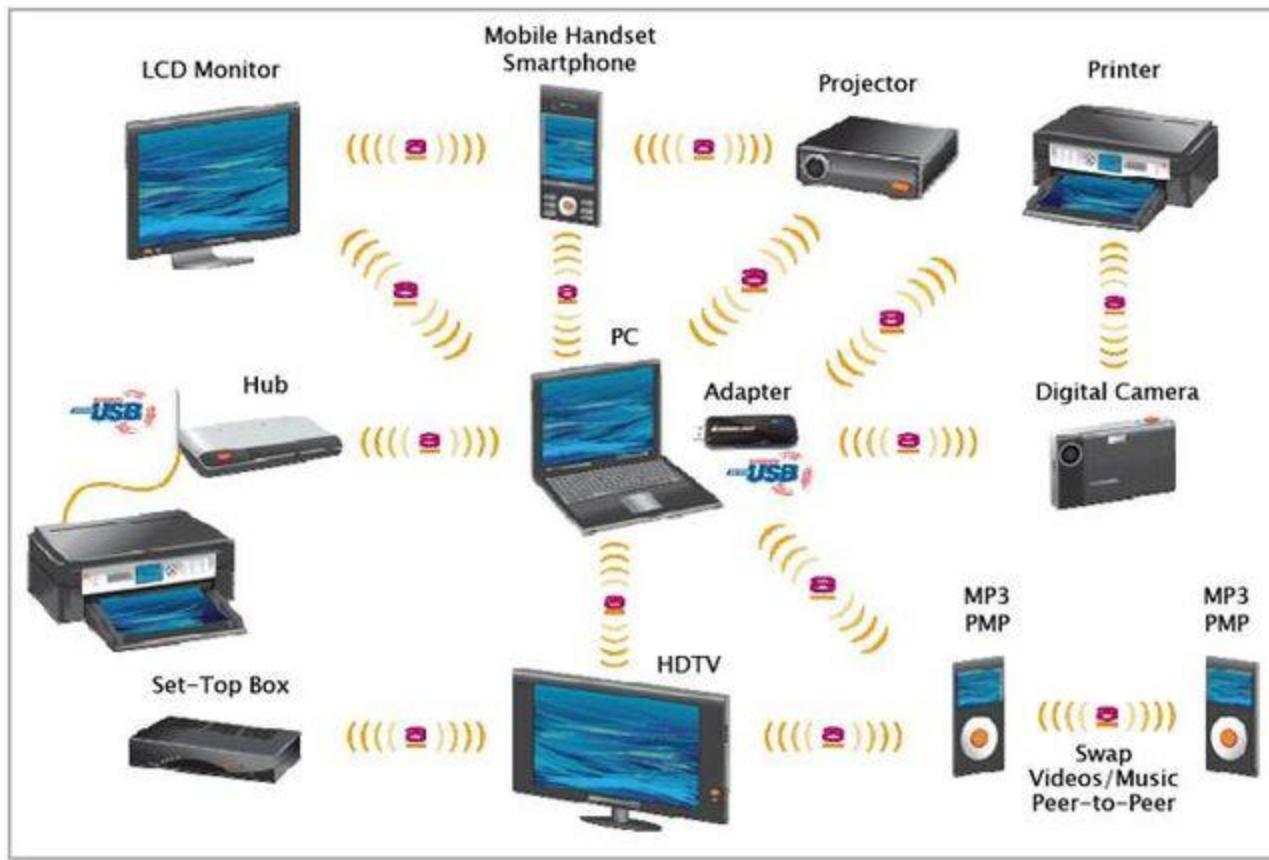


Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## IrDA (Infrared Data Association - 1.5mts)

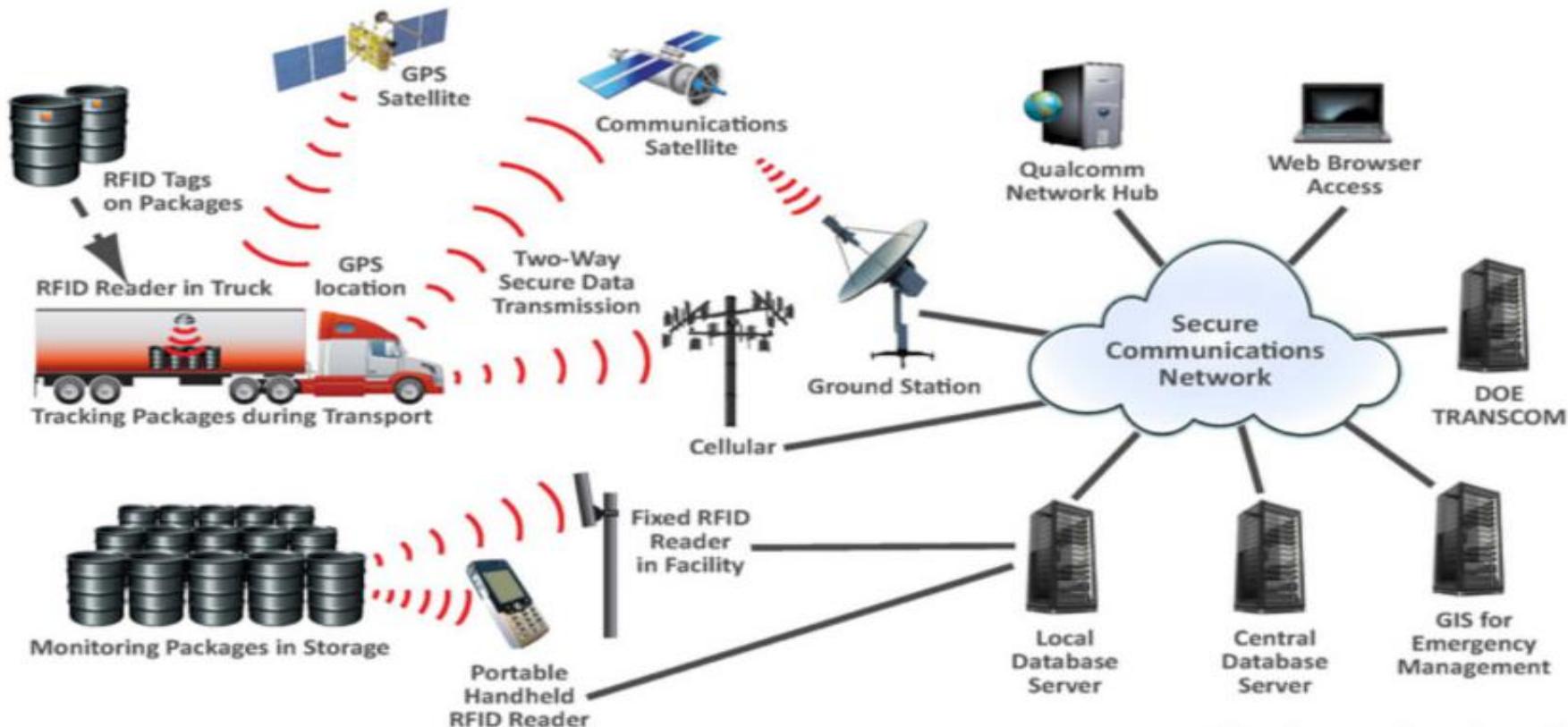


Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## RFID (Radio-Frequency IDentification - Passive RFID: 10cm ~ 12mts | Active RFID: 100mts)



Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## Principais Tecnologias de Sem-Fio (Wireless) Enterprise - SOHO

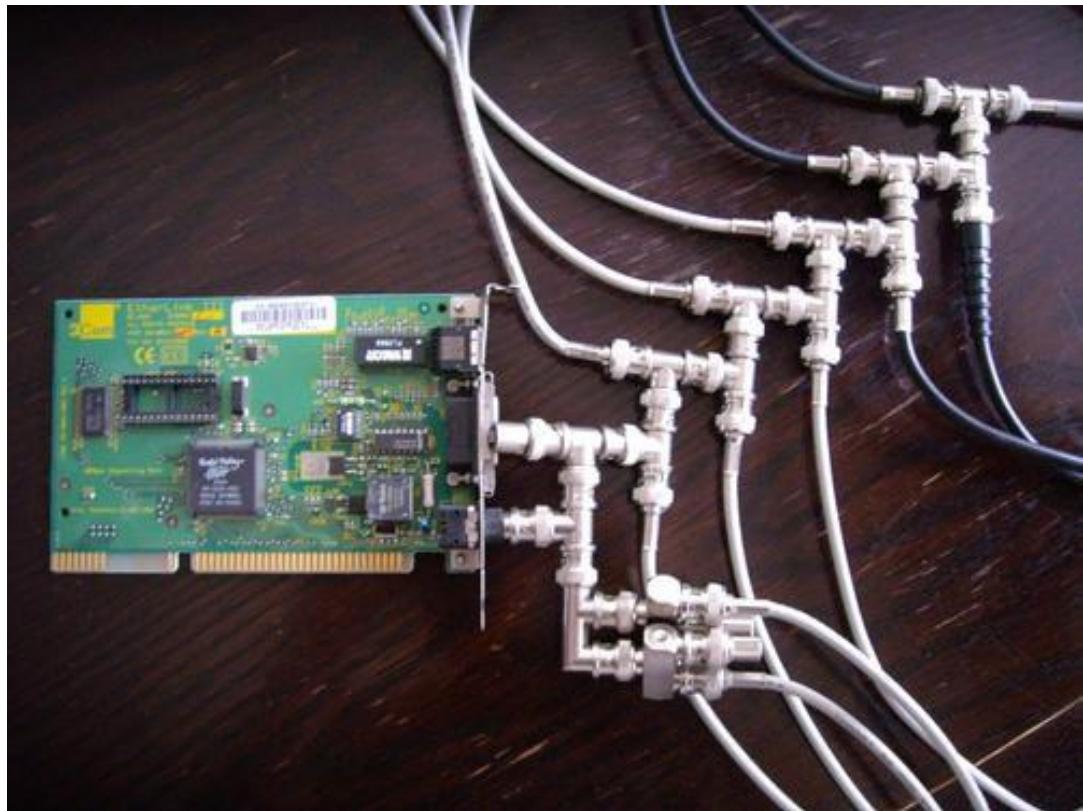


Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde



## ROG - Redes Orientada a Gambiaras



"Solicitamos que todos os usuários fechem seus aplicativos, principalmente: facebook, twitter, youtube, etc.

Estamos passando por algumas instabilidade na rede, informaremos sobre a volta dos serviços em breve"

***Setor de TIG (Tecnologia da Informação em Gambiaras)***

**Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!**

[www.procedimentosemti.com.br](http://www.procedimentosemti.com.br) | [www.boraparapratica.com.br](http://www.boraparapratica.com.br) - Robson Vaamonde