





Conceitos Básicos sobre Infraestrutura de Rede

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

Módulo - V

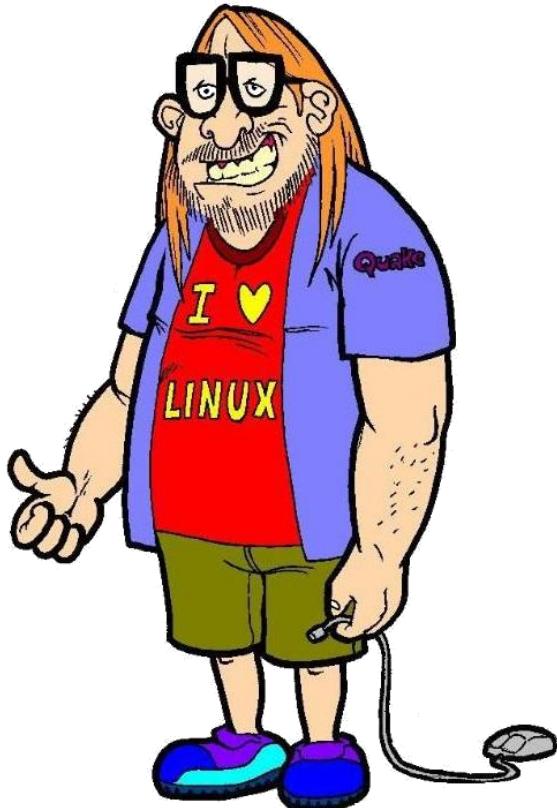
v3.2 - 29/07/2025

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | 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 | 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 | 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 | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde

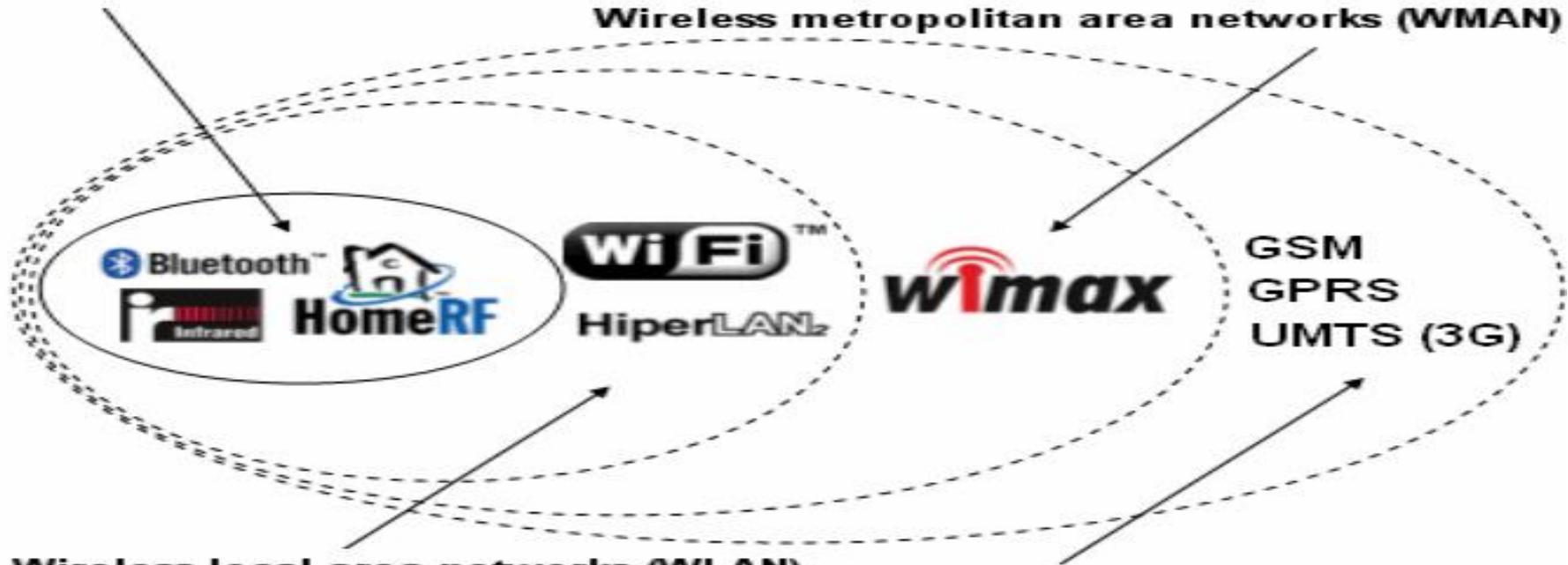


Tecnologias Sem-Fio para Redes de Computadores (LAN e WAN)

Fonte: https://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialredespbaid/pagina_3.asp

Wireless personal area network (WPAN)

Wireless metropolitan area networks (WMAN)



Wireless local area networks (WLAN)

Wireless wide area networks (WWAN)

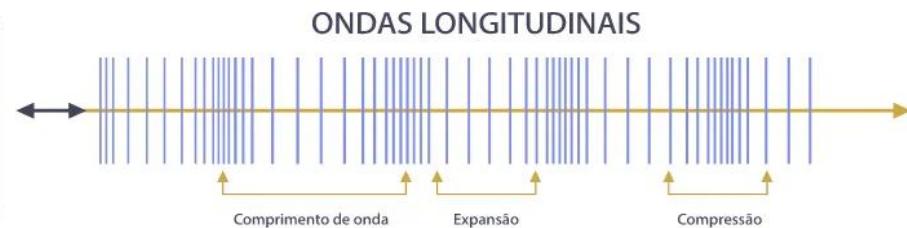
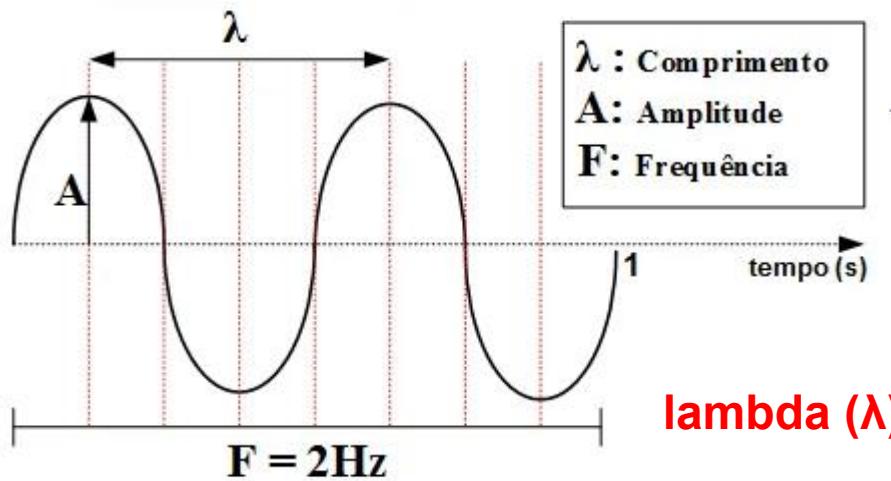
GSM = Global System for Mobile Communications 2G/3G | UMTS = Universal Mobile Telecommunication System - 3G | LTE = Long Term Evolution 4G | LTE Advanced = 4.5G | 5G SA = Standalone | **6G = 2028**

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

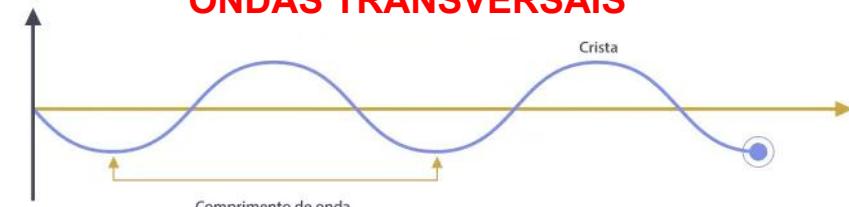
www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



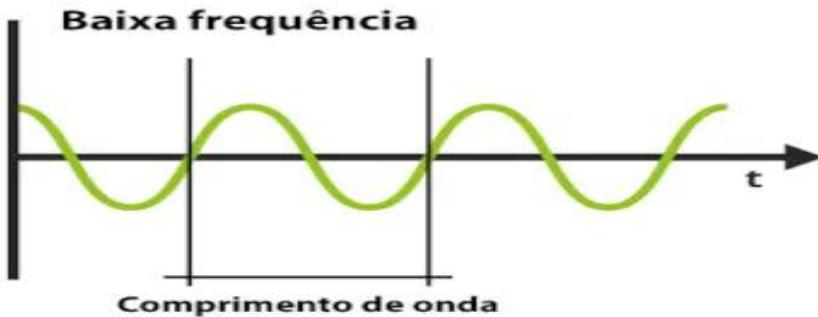
Comprimento de Onda (Grandesa Física - Hertz Hz)



ONDAS TRANSVERSAIS



Plano Cartesiano



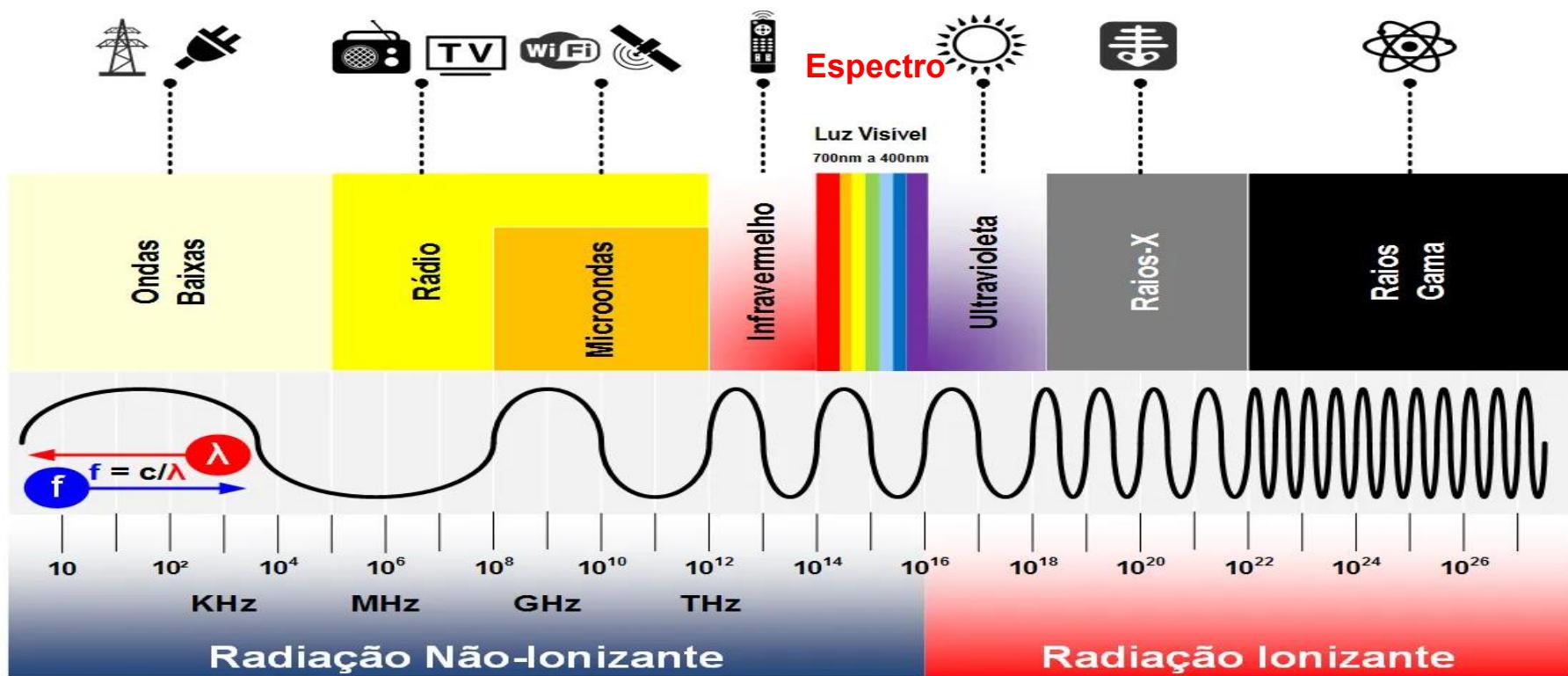
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | 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>



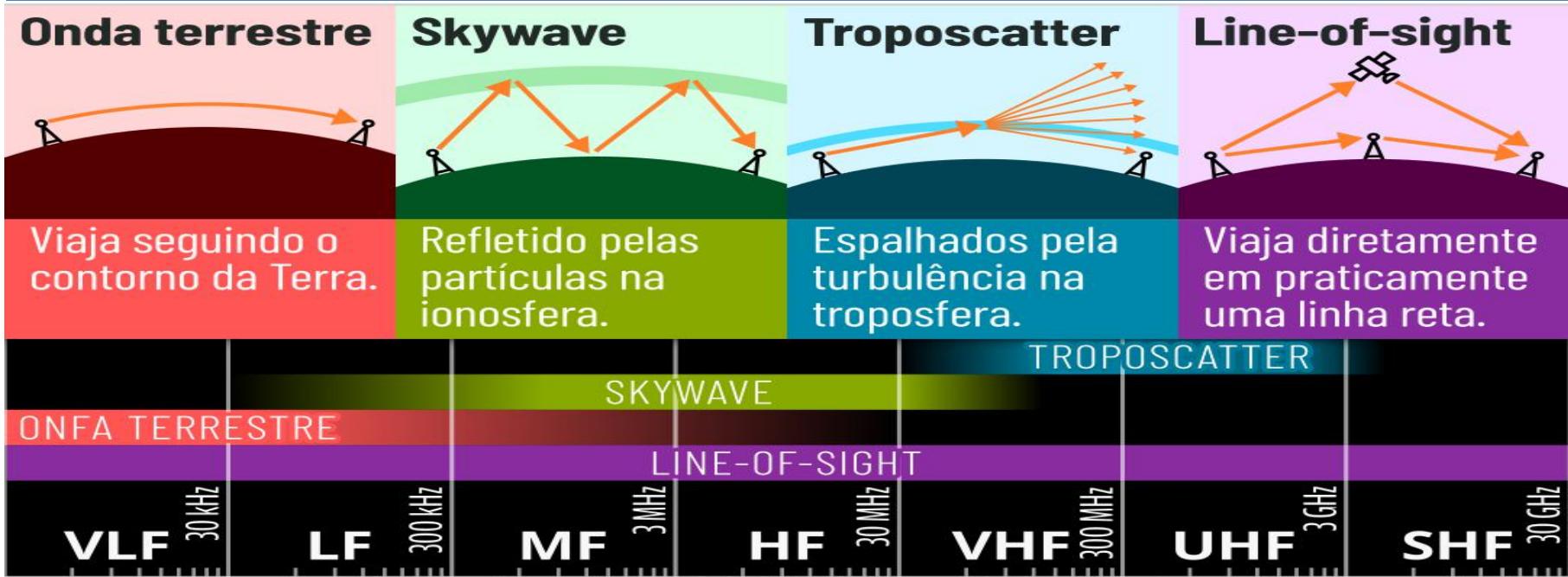
Hz (Hertz), **KHz** (Kilo-Hertz), **MHz** (Mega-Hertz), **GHz** (Giga-Hertz), **THz** (Tera-Hertz)

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | 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>

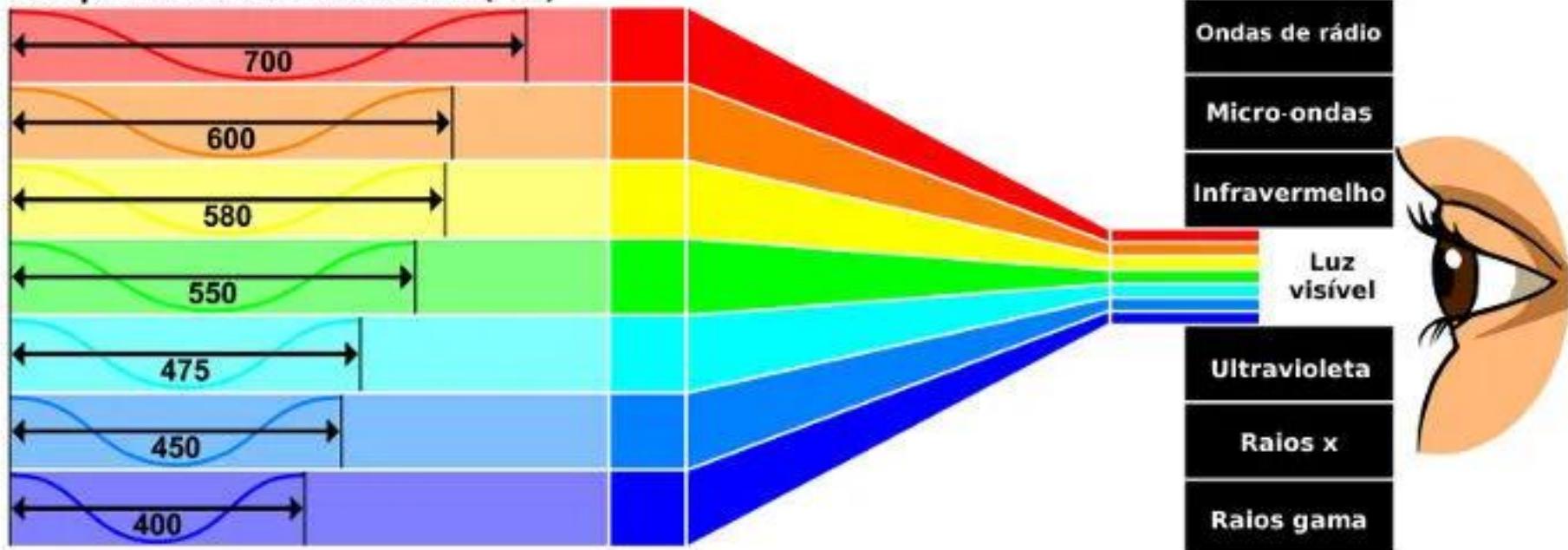
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



Espectro Eletromagnético Visível (nm = Nanômetro)

Comprimento de onda da luz (nm)



Fonte: <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/espectro-eletromagnetico.htm>

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 | 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 | 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 | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde

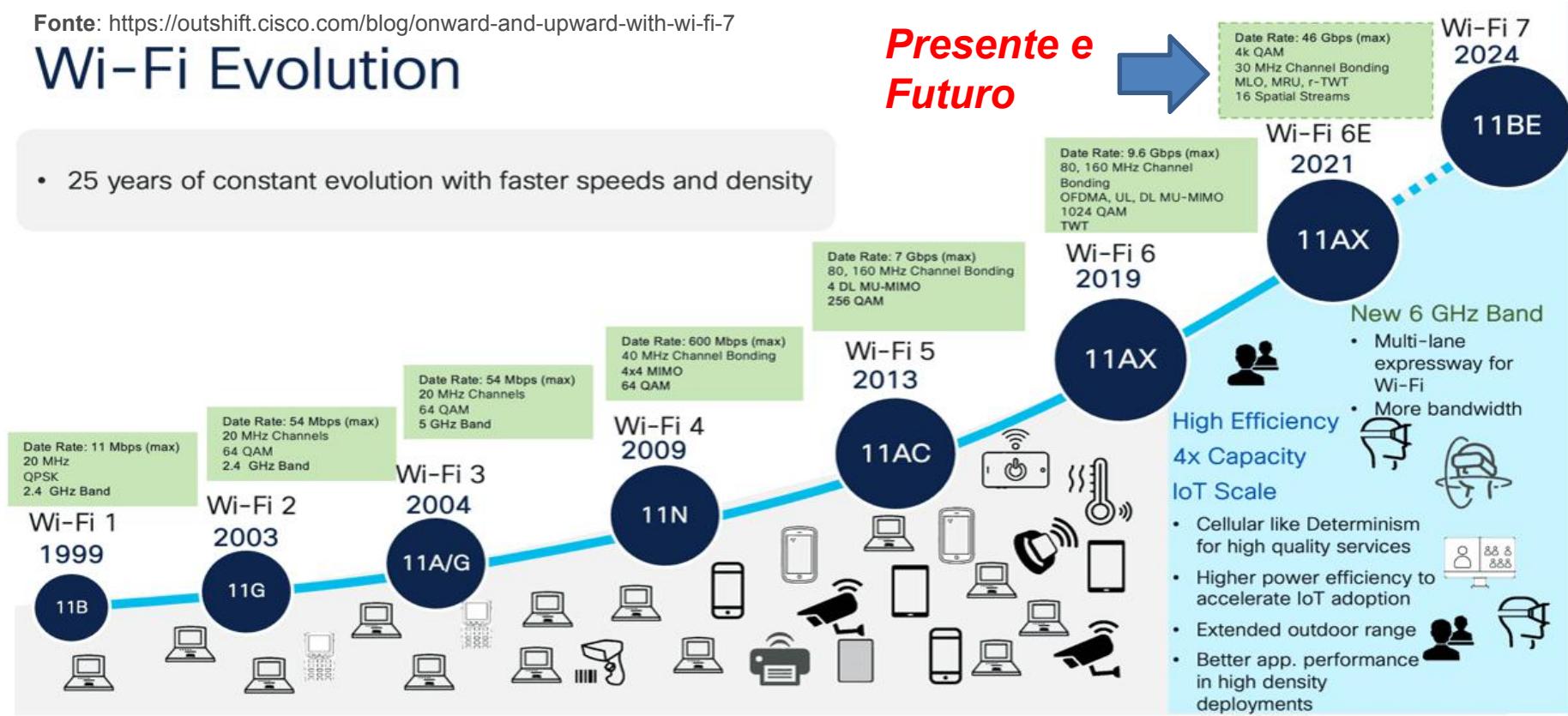


Evolução do IEEE 802.11 (Institute of Electrical and Electronics Engineers - Wi-Fi / Wireless / Sem-Fio) Residencial ou Corporativa

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

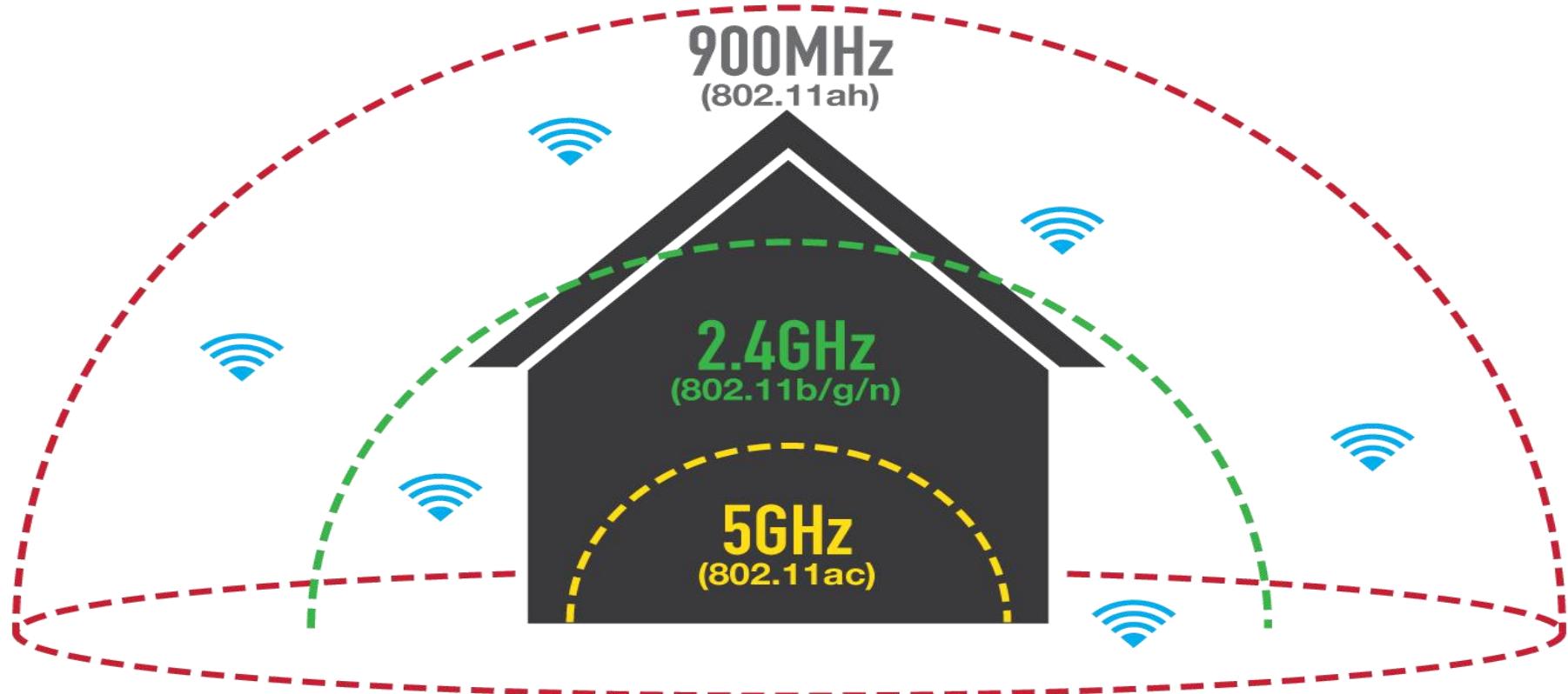


Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



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



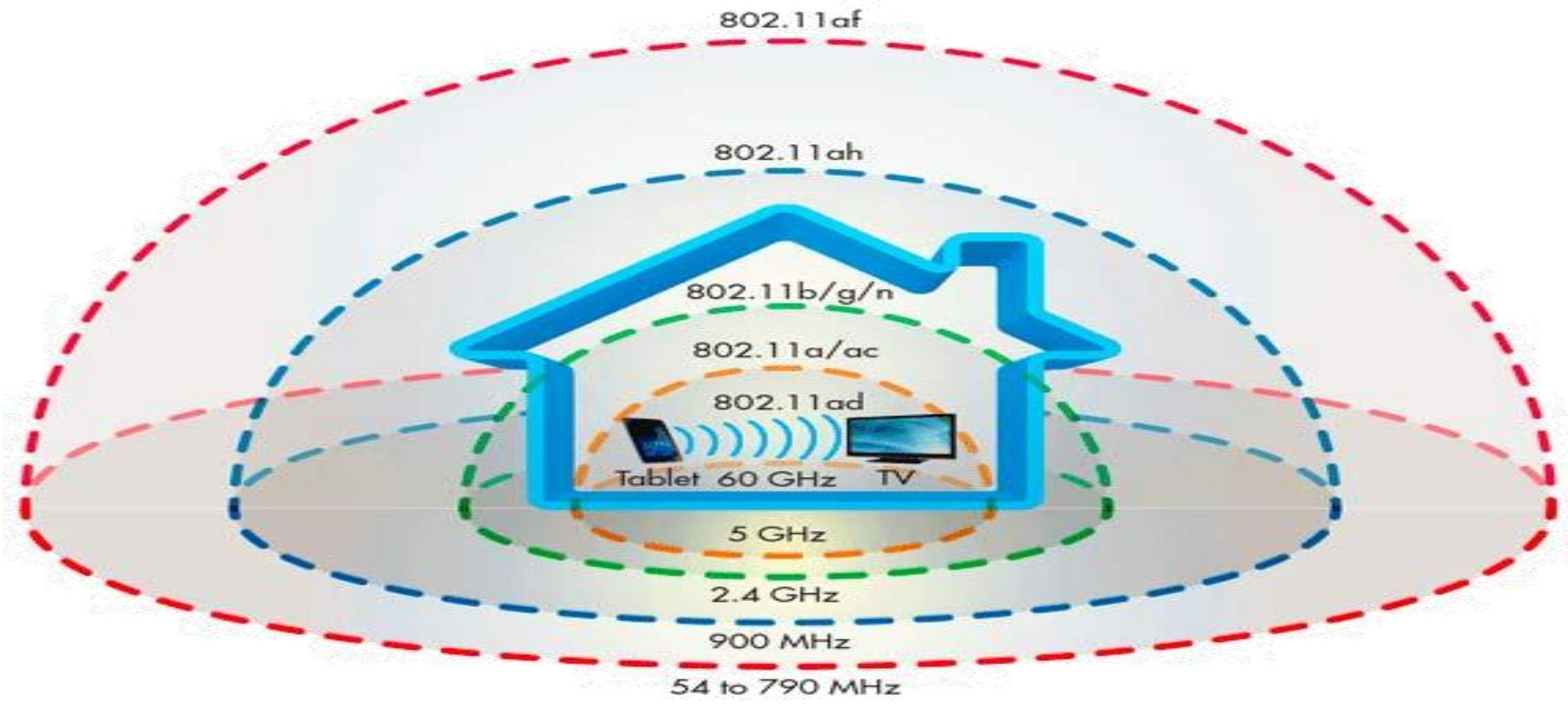
Fonte: <https://www.sordum.net/62131/2-4-ghz-ve-5-ghz-wifi-sinyalleri-arasindaki-farklar/>

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | 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/>

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



| Tecnologia IEEE-802.11 | Frequência GHz | Maior Velocidade (Canal - Mbit/s - MB/s) | Alcance*** | |
|---------------------------|-------------------|--|------------|---------|
| | | | Indoor | Outdoor |
| 802.11b | 2.4 | 20 MHz = até 11 Mbit/s ~ 1.31 MB/s | 35mt | 140mt |
| 802.11g | 2.4 | 20 MHz = até 54 Mbit/s ~ 6.44 MB/s | 38mt | 140mt |
| 802.11n | 2.4 ou 5.0 | 20 MHz = até 54 Mbit/s ~ 6.44 MB/s 40 MHz = até 300 Mbit/s ~ 37.5 MB/s MIMO-OFDM 2 ou 4 | 70mt | 250mt |
| 802.11ac | 5.0 | 20 MHz = até 87.6 Mbit/s ~ 10.44 MB/s 40 MHz = até 200 Mbit/s ~ 23.84 MB/s 80 MHz = até 433.3 Mbit/s ~ 51.65 MB/s 160 MHz = até 866.7 Mbit/s ~ 103.32 MB/s MIMO-OFDM 4 ou 8 | 35mt | - |
| 802.11ad | 60 | 2160 MHz = até 6912 Mbit/s ~ 823.97 MB/s | 15mt | - |
| 802.11.ax | 2.4 ou 5.0 | 160 MHz = 9608 Mbit/s ~ 1.201 GB/s MIMO-OFDMA 4 ou 8 | 15mt | 30mts |

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

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

MIMO-OFDMA = Multiple-Input, Multiple-Output Orthogonal Frequency-Division Multiple Access **802.11ax**

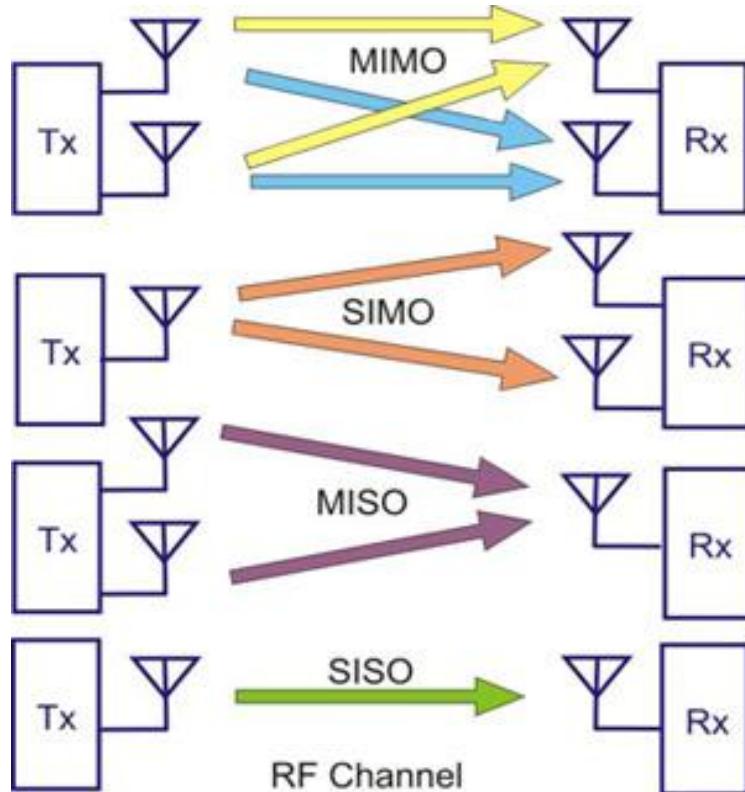
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | 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



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**”.

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

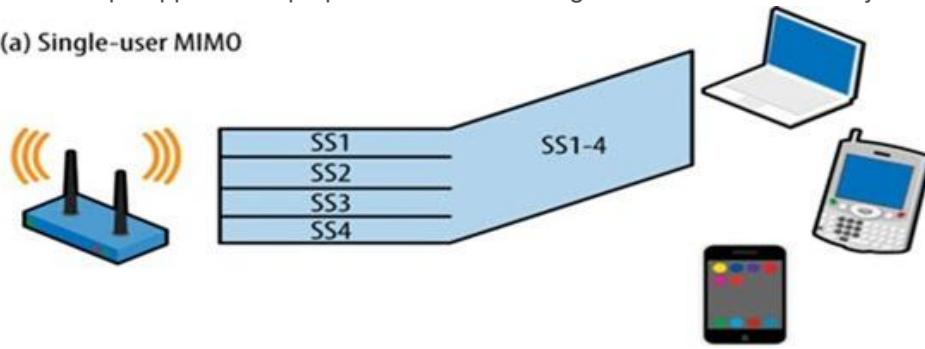
www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



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

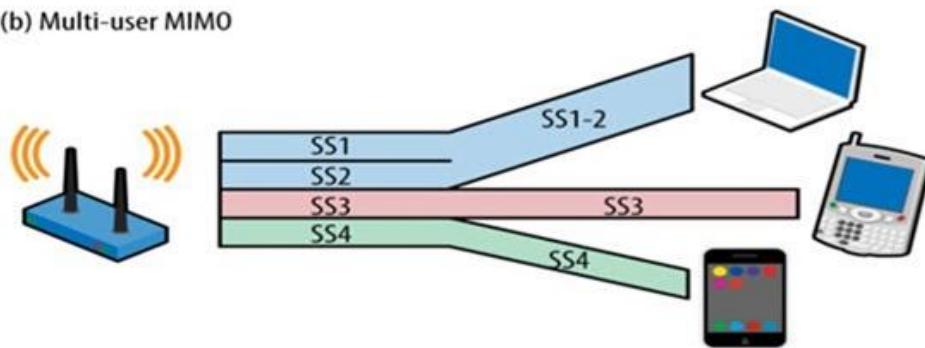
Fonte: <https://pplware.sapo.pt/tutoriais/networking/mu-mimo-o-seu-router-ja-suporta-esta-tecnologia/>

(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)

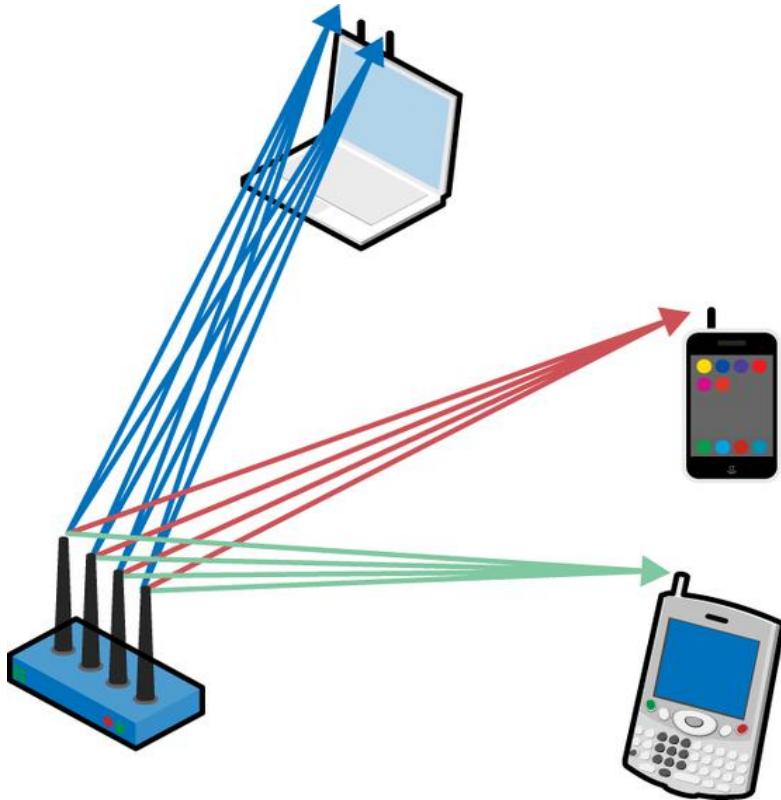
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



STTD (Space Time Transmit Diversity), SM (Spatial Multiplexing) e CT (Collaborative Transmission).

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 nas redes de 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.

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



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.

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



MCS (Modulation and Coding Scheme), HT (High Throughput), VHT(Very High Throughput), HE (High Efficiency), EHT (Extremely High Throughput), μs (microsegundo), GI (Guard Interval)

| | | | | | | OFDM (Prior 11ax) | | | | | | | | |
|-----------|-----|----|-----|----------------|------------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| MCS Index | | | | Spatial Stream | Modulation | Coding | 20MHz | | 40MHz | | 80MHz | | 160MHz | |
| HT | VHT | HE | EHT | | | | 0.8 μs GI | 0.4 μs GI |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | BPSK | 1/2 | 6.5 | 7.2 | 13.5 | 15 | 29.3 | 32.5 | 58.5 | 65 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | QPSK | 1/2 | 13 | 14.4 | 27 | 30 | 58.5 | 65 | 117 | 130 |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | QPSK | 3/4 | 19.5 | 21.7 | 40.5 | 45 | 87.8 | 97.5 | 175.5 | 195 |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 16-QAM | 1/2 | 26 | 28.9 | 54 | 60 | 117 | 130 | 234 | 260 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 16-QAM | 3/4 | 39 | 43.3 | 81 | 90 | 175.5 | 195 | 351 | 390 |
| 5 | 5 | 5 | 5 | 1 | 64-QAM | 2/3 | 52 | 57.8 | 108 | 120 | 234 | 260 | 468 | 520 |
| 6 | 6 | 6 | 6 | 1 | 64-QAM | 3/4 | 58.5 | 65 | 121.5 | 135 | 263.3 | 292.5 | 526.5 | 585 |
| 7 | 7 | 7 | 7 | 1 | 64-QAM | 5/6 | 65 | 72.2 | 135 | 150 | 292.5 | 325 | 585 | 650 |
| 8 | 8 | 8 | 8 | 1 | 256-QAM | 3/4 | 78 | 86.7 | 162 | 180 | 351 | 390 | 702 | 780 |
| 9 | 9 | 9 | 9 | 1 | 256-QAM | 5/6 | N/A | N/A | 180 | 200 | 390 | 433.3 | 780 | 866.7 |
| | 10 | 10 | 1 | 1 | 1024-QAM | 3/4 | | | | | | | | |
| | 11 | 11 | 1 | 1 | 1024-QAM | 5/6 | | | | | | | | |
| | 12 | 1 | 1 | 1 | 4096-QAM | 3/4 | | | | | | | | |
| | 13 | 1 | 1 | 1 | 4096-QAM | 5/6 | | | | | | | | |

Fonte: <https://mcsindex.com/> - MCS dos Wi-Fi4, Wi-Fi5 e Wi-Fi6

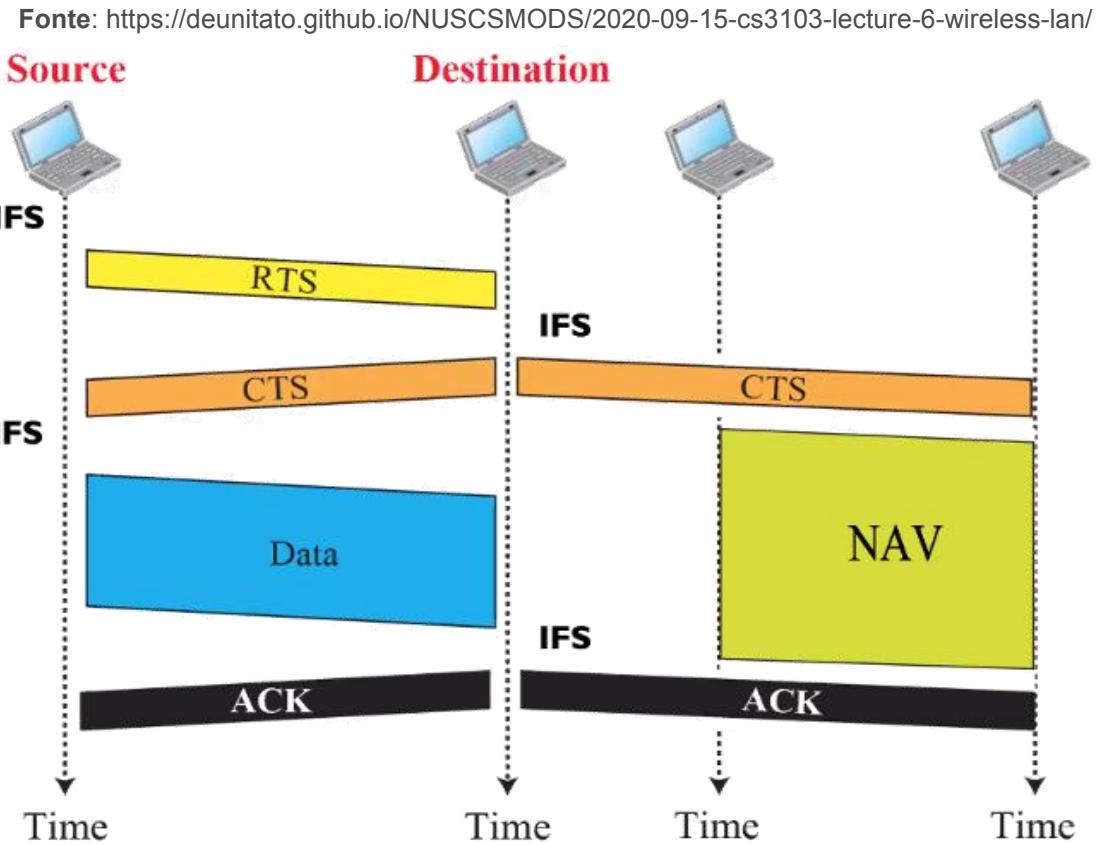
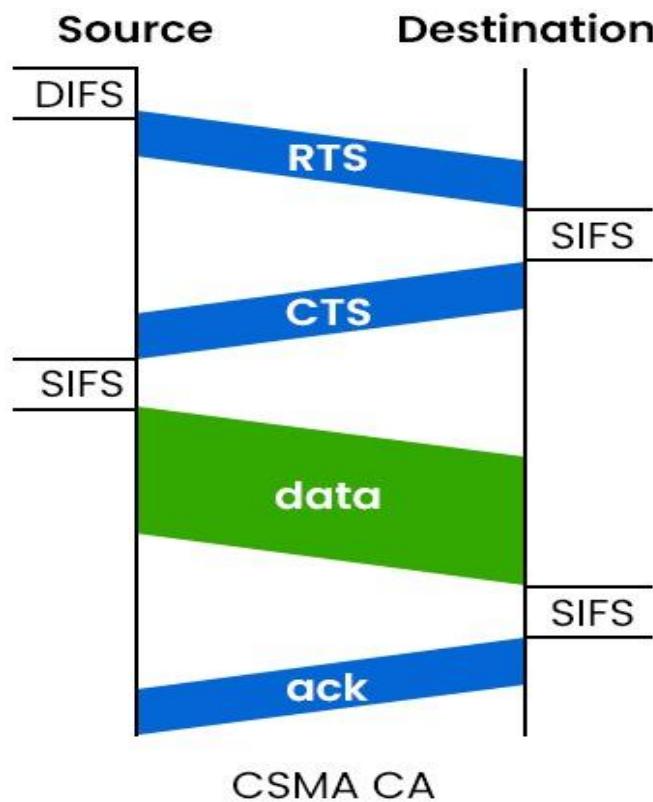
Fonte: <https://mcsindex.net/> - MCS dos Wi-Fi4, Wi-Fi5, Wi-Fi6 e Wi-Fi7

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br Robson Vaamonde



CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance), RTS (Request to Send), CTS (Clear to Send), NAV (Network Allocation Vector) e ACK (Acknowledgment)



Fonte: <https://www.pyenetlabs.com/csma-cd-vs-csma-ca/>

Time Time Time Time

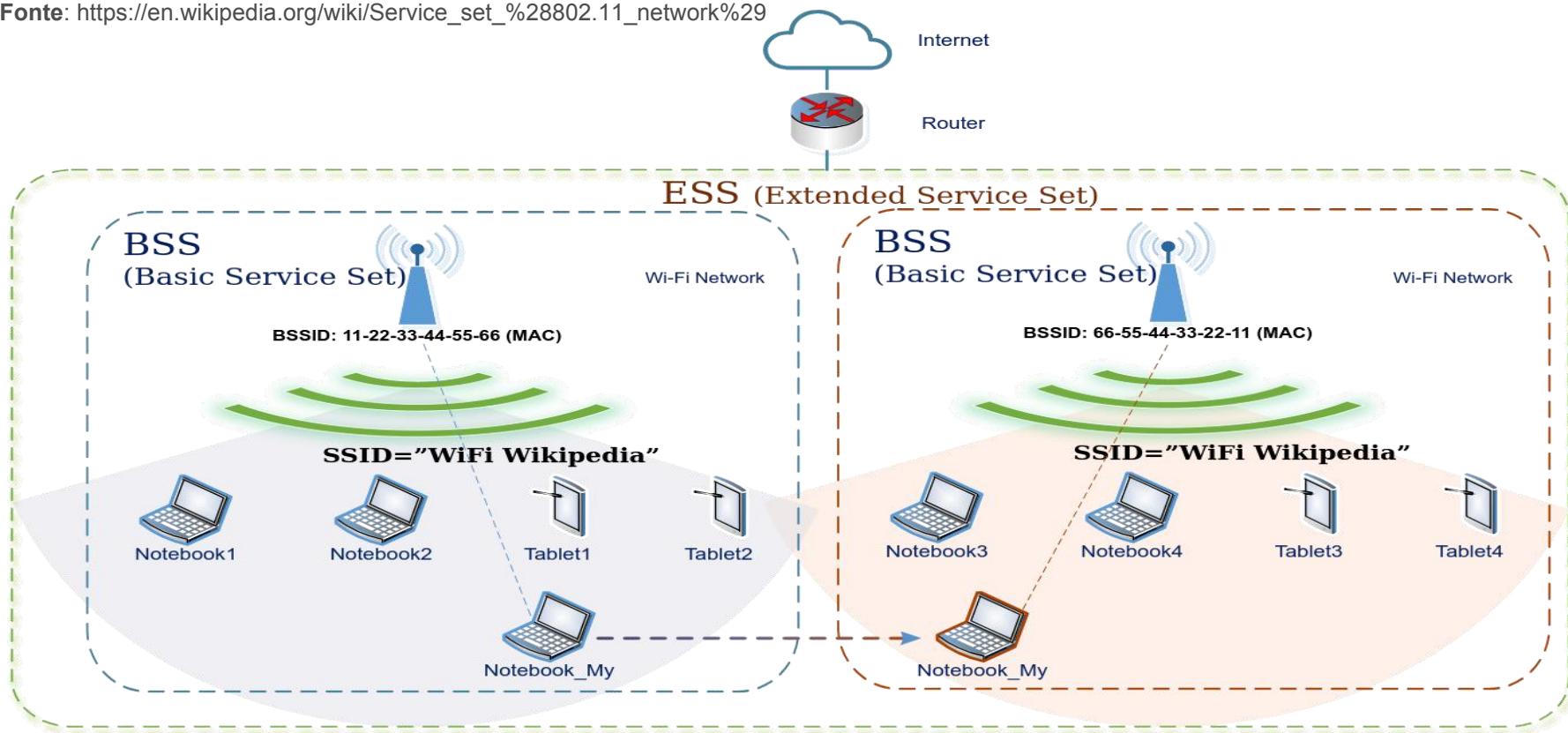
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br Robson Vaamonde



BSS (Basic Service Set), ESS (Extended Service Set), SSID (Service Set Identifier - Nome Lógico) e BSSID (Basic Service Set Identifier - Endereço MAC Access Point)

Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/Service_set_%28802.11_network%29



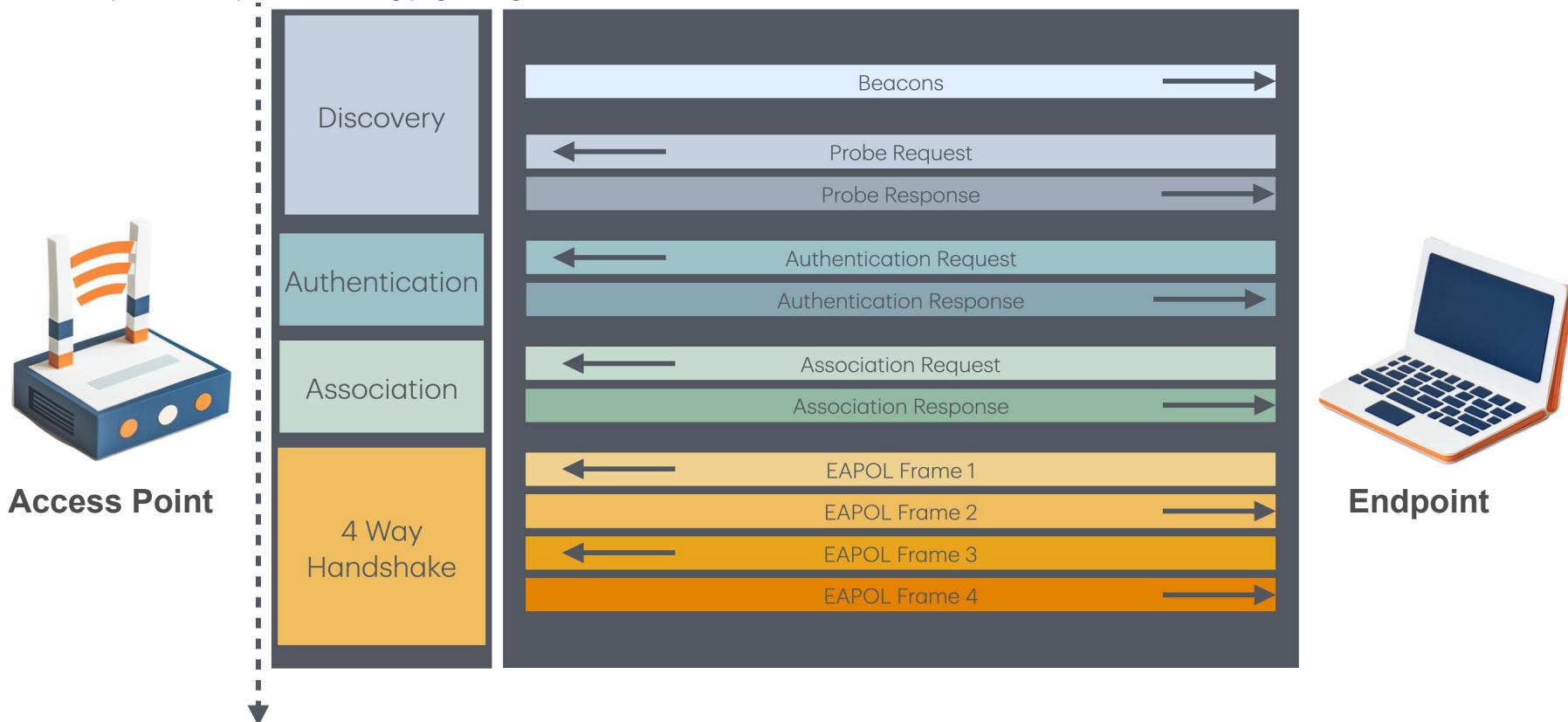
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br Robson Vaamonde



Autenticação, Associação e Autorização em Wi-Fi 802.11

Fonte: <https://www.supernetworks.org/pages/blog/80211-authentication-association-authorization-wifi>



Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br Robson Vaamonde



Tabela – Tecnologias de Autenticação Wi-Fi (WEP a WPA3)

| Padrão | Ano | Método de Autenticação | Criptografia | Segurança | Status Atual |
|---|------|---|-------------------------|---------------------------------------|--|
| WEP (64/128-bit) | 1999 | Chave compartilhada (PSK) ou Open System | RC4 | Muito Fraco | Obsoleto (Não recomendado) |
| WPA (TKIP) | 2003 | WPA-PSK (TKIP) | TKIP (baseado em RC4) | Fraco | Obsoleto (Não recomendado) |
| WPA2-Personal | 2004 | WPA2-PSK (Pre-Shared Key) | AES-CCMP | Bom | Ainda utilizado |
| WPA2-Enterprise | 2004 | 802.1X + RADIUS | AES-CCMP | Muito Bom | Recomendado para empresas |
| WPA3-Personal | 2018 | SAE (Simultaneous Authentication of Equals) | AES-GCMP-128 | Excelente | Recomendado (atual) |
| WPA3-Enterprise | 2018 | 802.1X + EAP | AES-GCMP-256 / GCMP-128 | Muito Alto | Padrão para redes corporativas seguras |
| OWE (Opportunistic Wireless Encryption) | 2018 | Abertura com criptografia (sem senha) | AES-GCMP-128 | Médio (Privacidade, não Autenticação) | Para Wi-Fi público (sem senha) |

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br Robson Vaamonde



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.

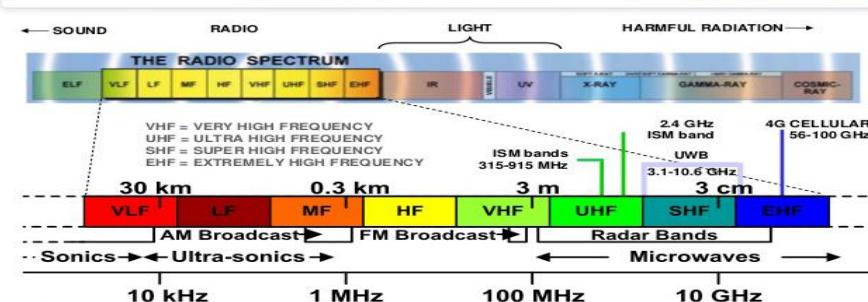
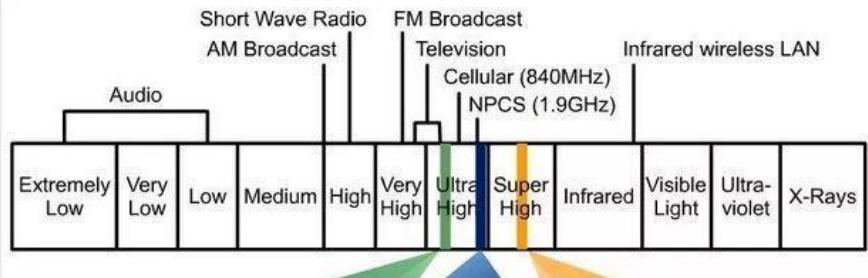
AP Client Router Mode: Com o modo roteador de cliente AP, ele pode se conectar a uma rede sem fio e compartilhar a conexão com seus clientes. A rede sem fio é o seu lado WAN. Ele também pode suportar IP dinâmico / IP estático / PPPoE / L2TP / PPTP.

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde

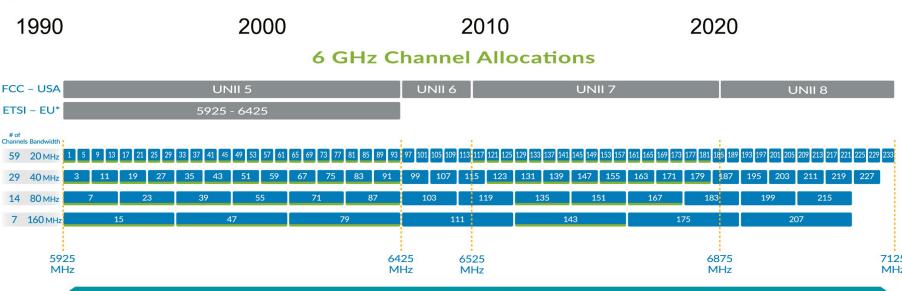
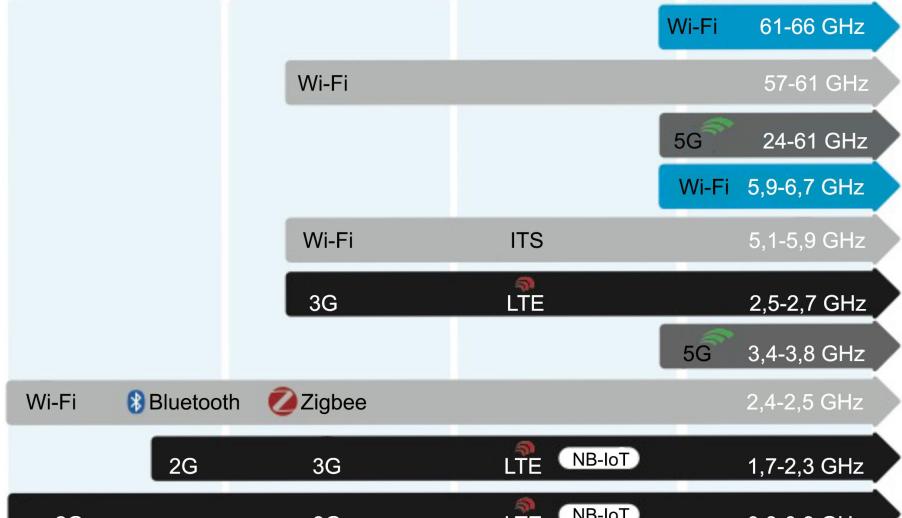


Banda NÃO Licenciada (Uso Livre) e Banda Licenciada (Uso Regulamentado) da Faixa de Radiofrequênci para uso na Rede Sem-Fio ISM (Industrial, Scientific and Medical)



ISM = Industrial, Scientific and Medical
UWB = Ultra Wide Band

Source: IEC MIL

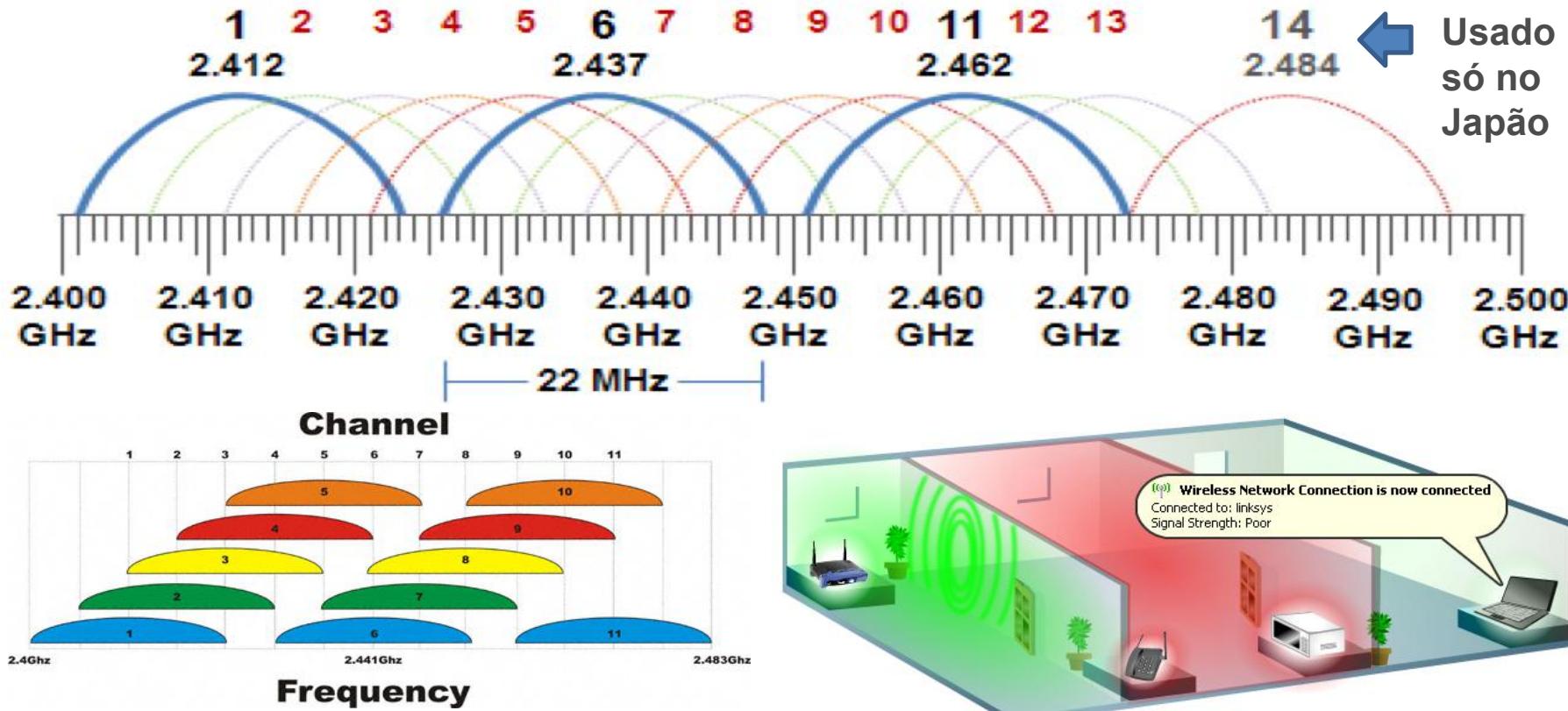


Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | 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!!!

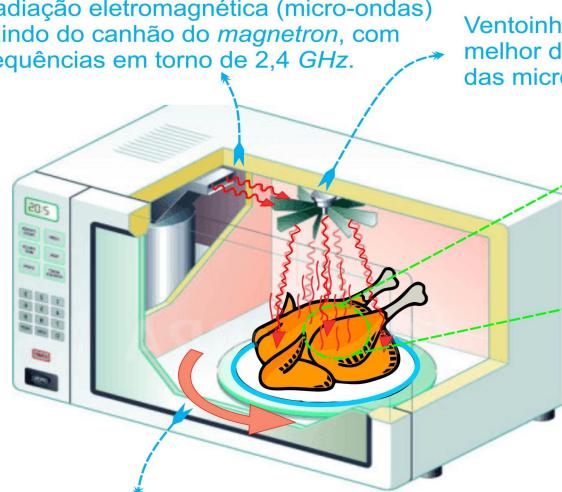
www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



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

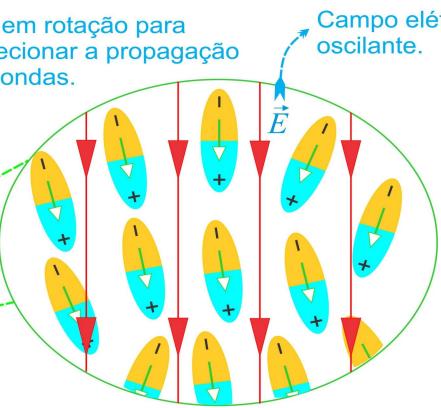
Fonte: <https://imirante.com/oestadoma/noticias/2021/04/01/a-fisica-na-cozinha-forno-de-micro-ondas>

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 |

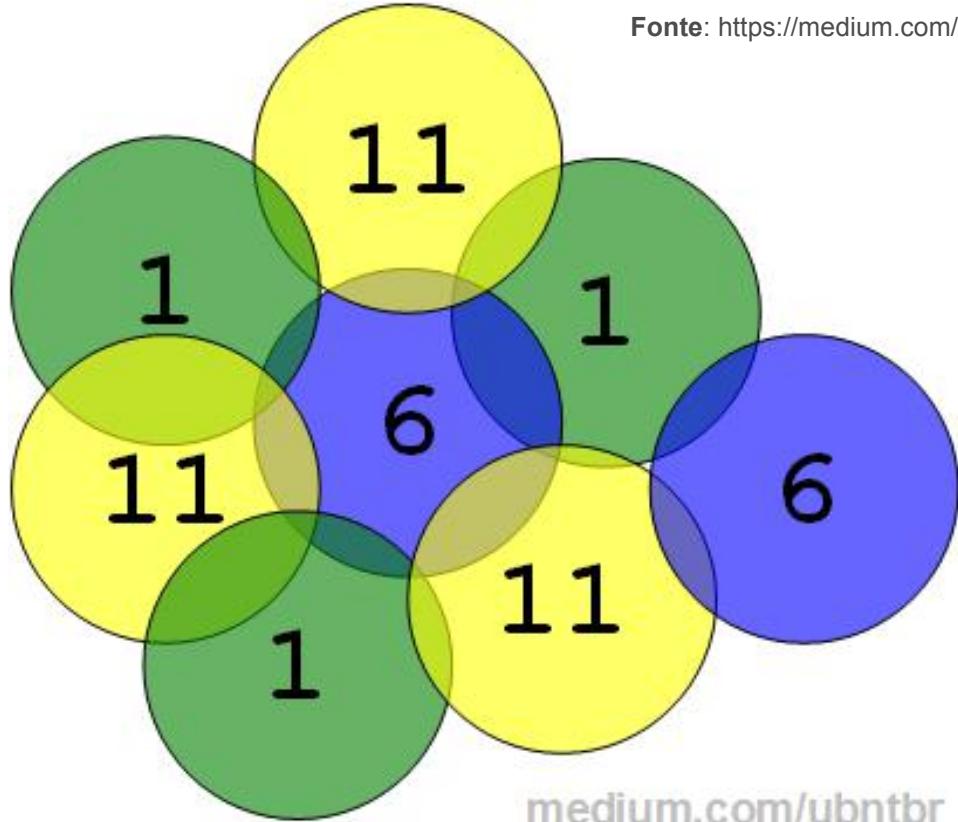
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



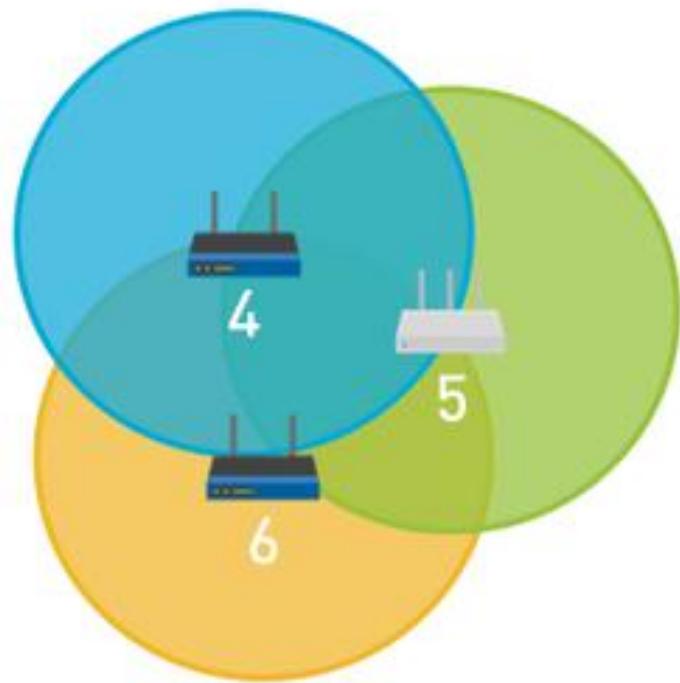
Criação de Células de Conexão de Rede Sem-Fio 2.4GHz utilizando canais diferentes para cada Access Point (3 Canais de 20MHz sem Interferência/Sobreposição)

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



medium.com/ubntbr

Adjacent-Channel



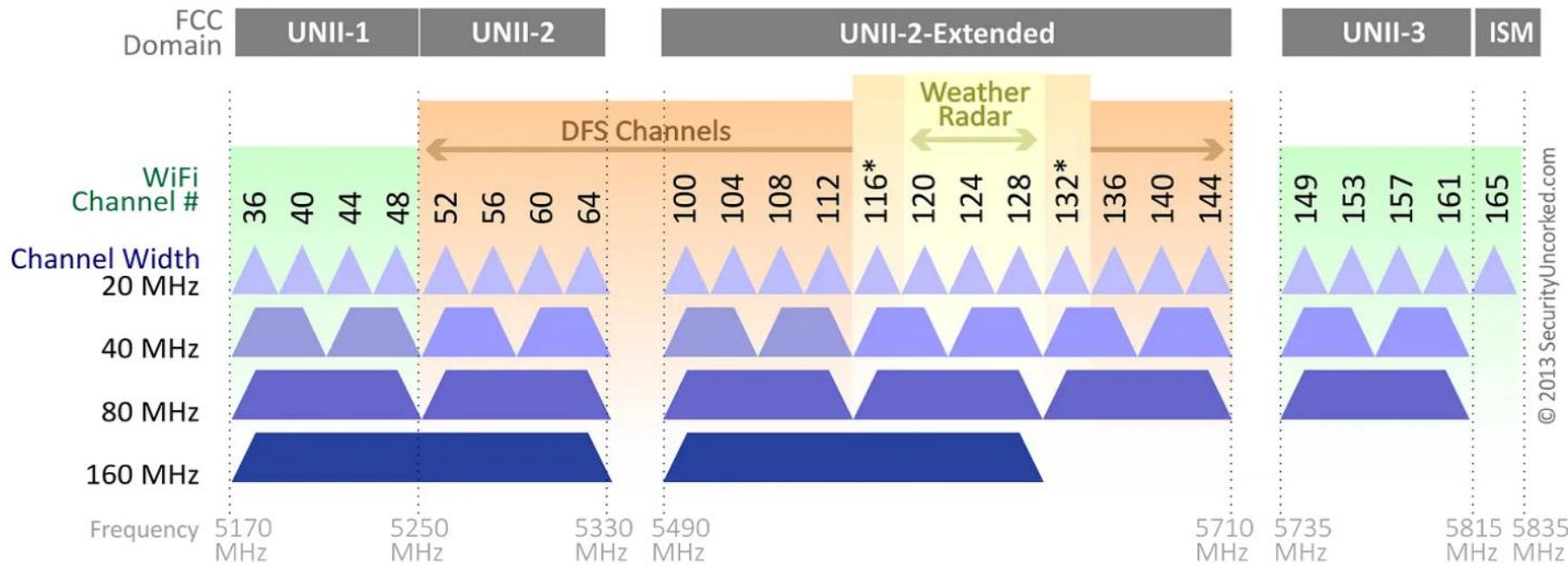
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



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>

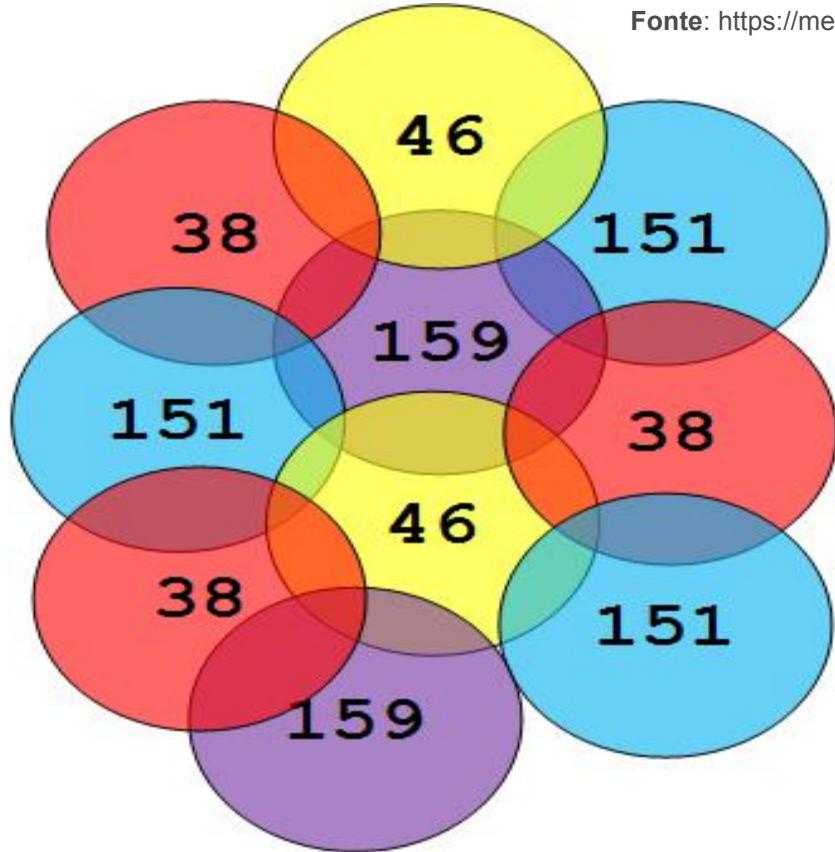
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | 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>

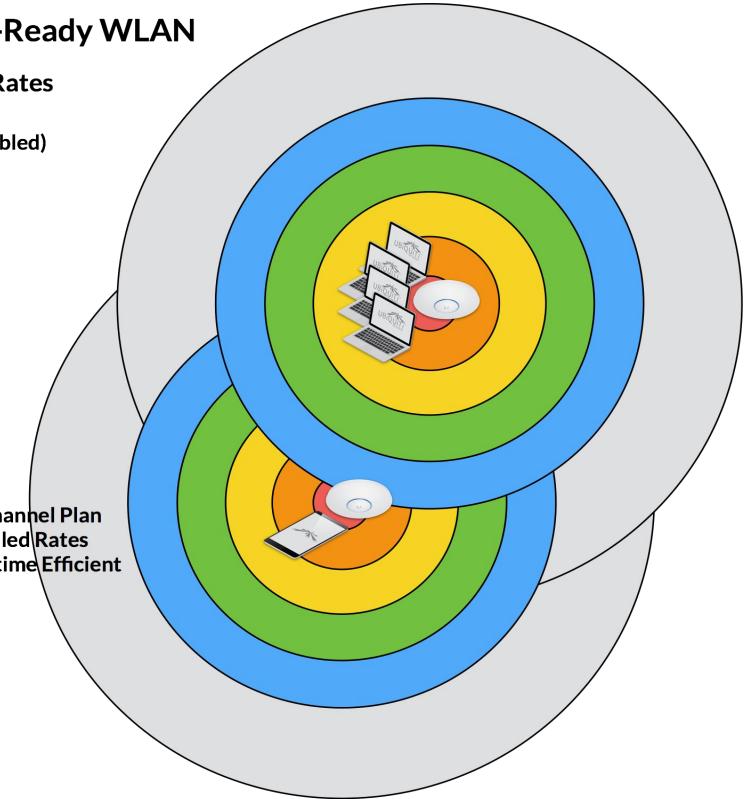


802.11ac VHT-Ready WLAN

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



Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



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 | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde

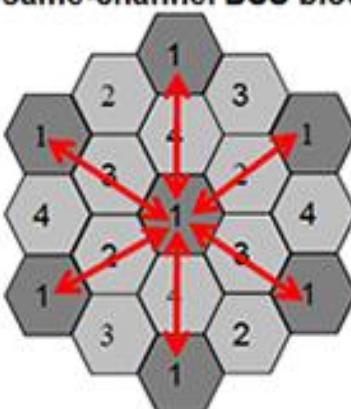


Criação de Células de Conexão de Rede Sem-Fio 6.0GHz utilizando canais diferentes para cada Access Point (59 Canais de 20MHz sem Interferência/Sobreposição)

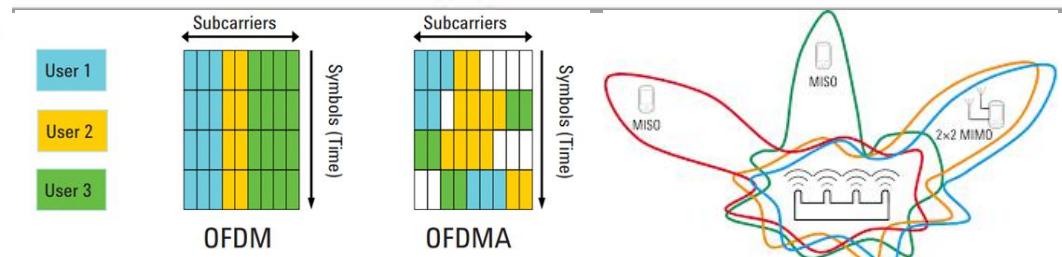
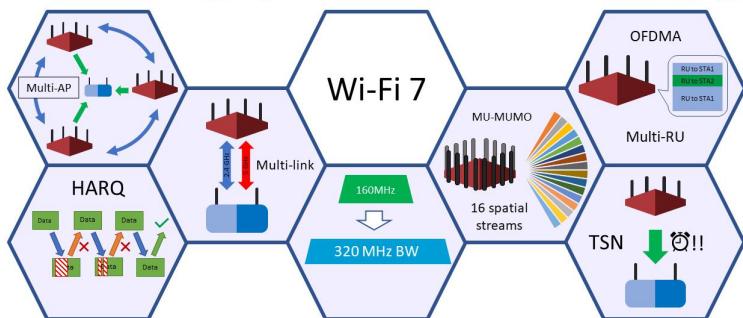
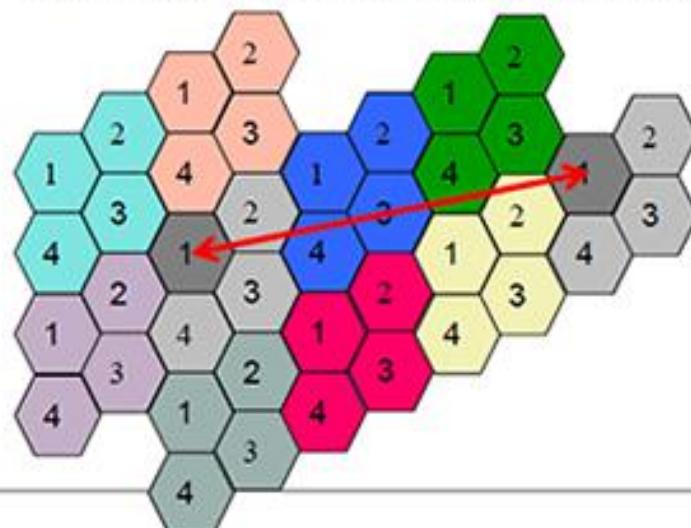
**Low Frequency Reuse
(w/ 20 MHz channels)**



**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!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - 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 |
|-----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--|
| 2,4 GHz | 14 canais (20 MHz) | 20 MHz | 3 canais (1, 6 e 11) | Banda com maior interferência. Canais 12-14 não são usados no Brasil. |
| 5,0 GHz | até 25 canais (20 MHz) | 20 / 40 / 80 / 160 MHz | Vários (depende da largura de banda) | Canais DFS (52 a 144) exigem detecção de radar. Menos interferência que 2.4 GHz. |
| 6,0 GHz (Wi-Fi 6E e 7) | até 59 canais no Brasil (20 MHz) | 20 / 40 / 80 / 160, 320 MHz | até 14 (de 80 MHz sem sobreposição) | Alta capacidade, menor latência, uso recente e regulamentado pela Anatel desde 2020 . |

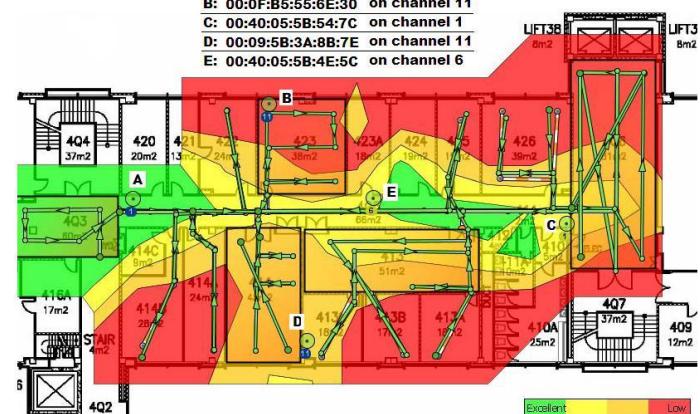
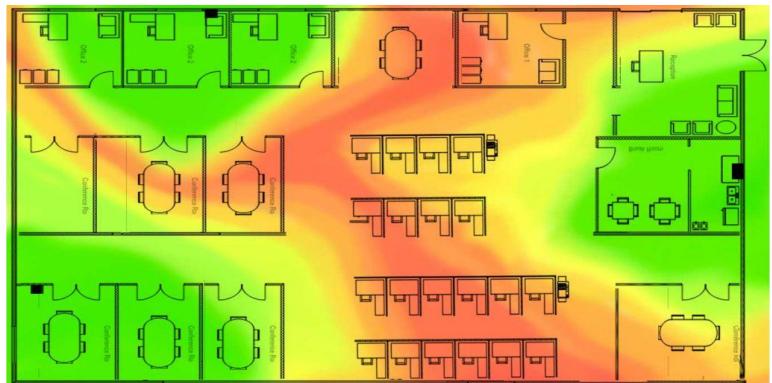
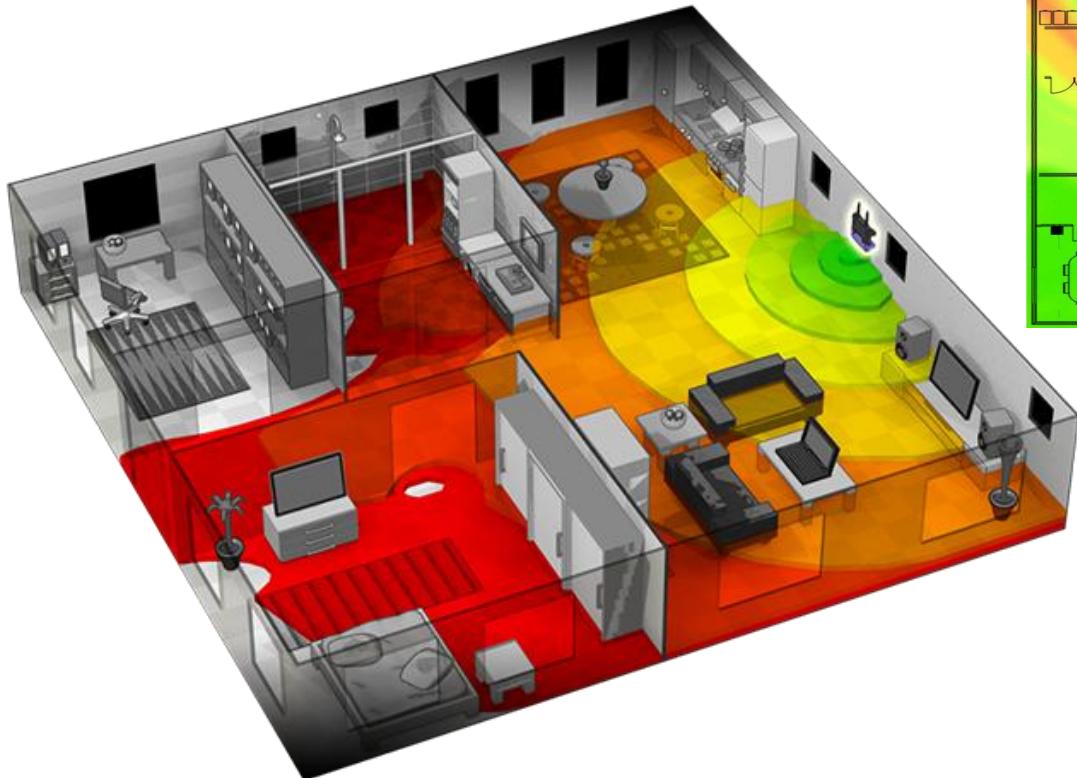
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | 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/>

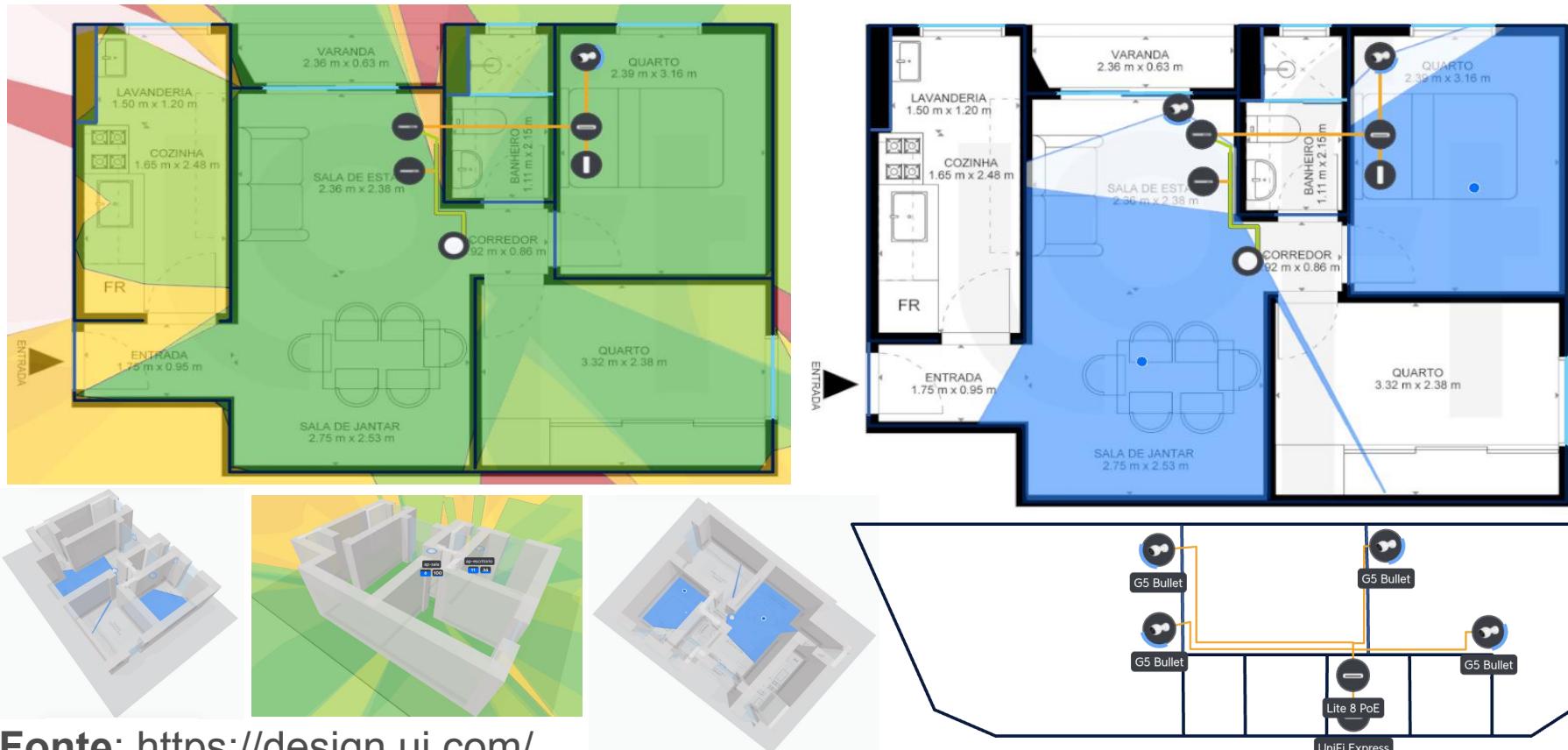


Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



Design Center Wireless (Centro de Design da Rede Sem-Fio)



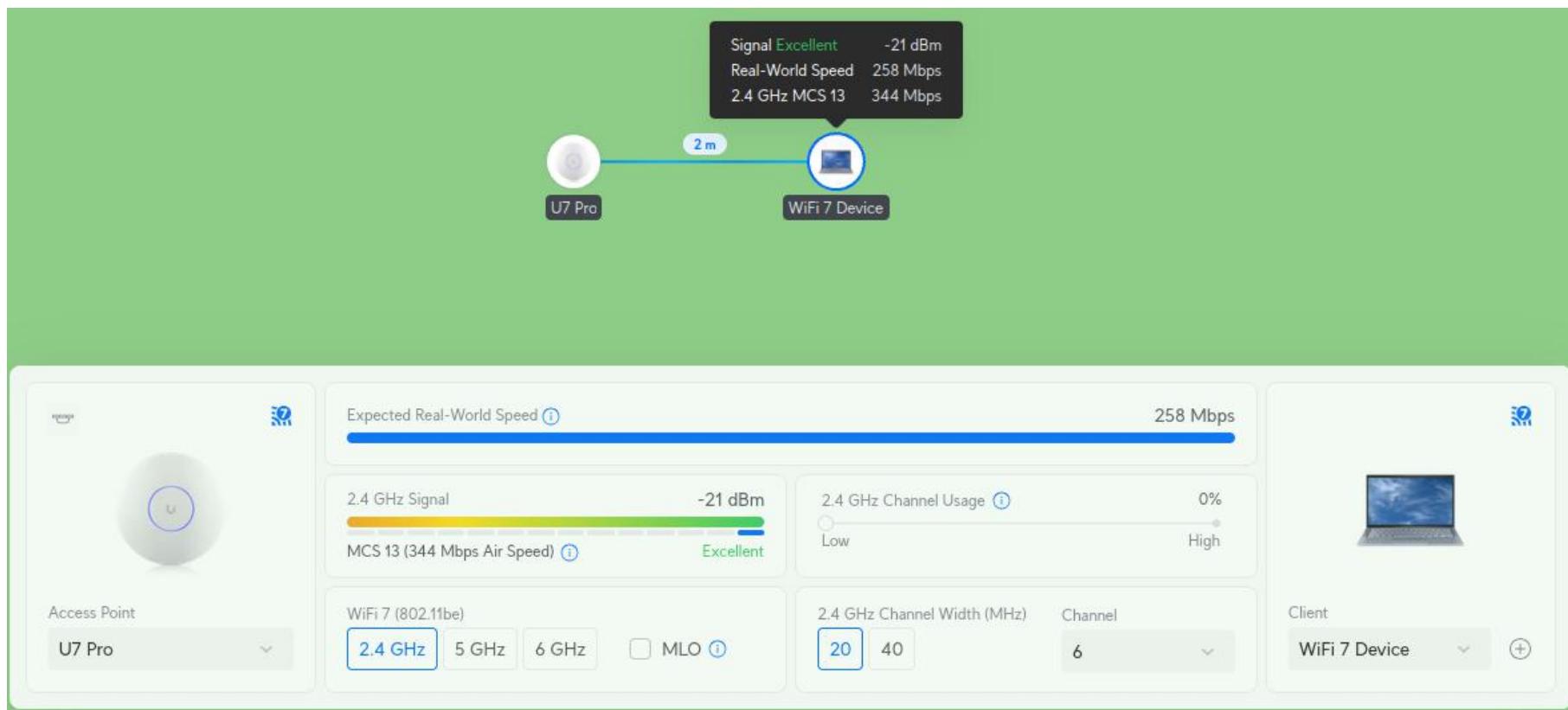
Fonte: <https://design.ui.com/>

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br Robson Vaamonde



Wireless Network Sizing (Dimensionamento de Rede Sem Fio)



Fonte: <https://wifi.ui.com/>

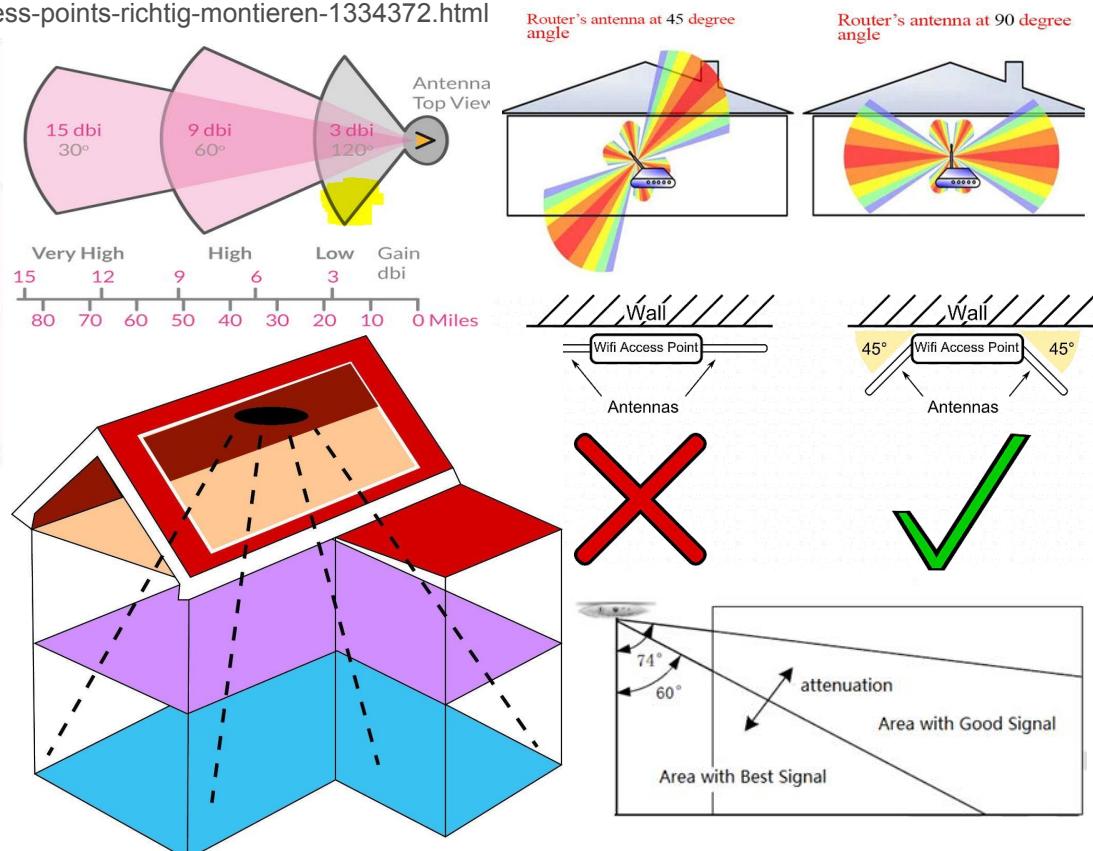
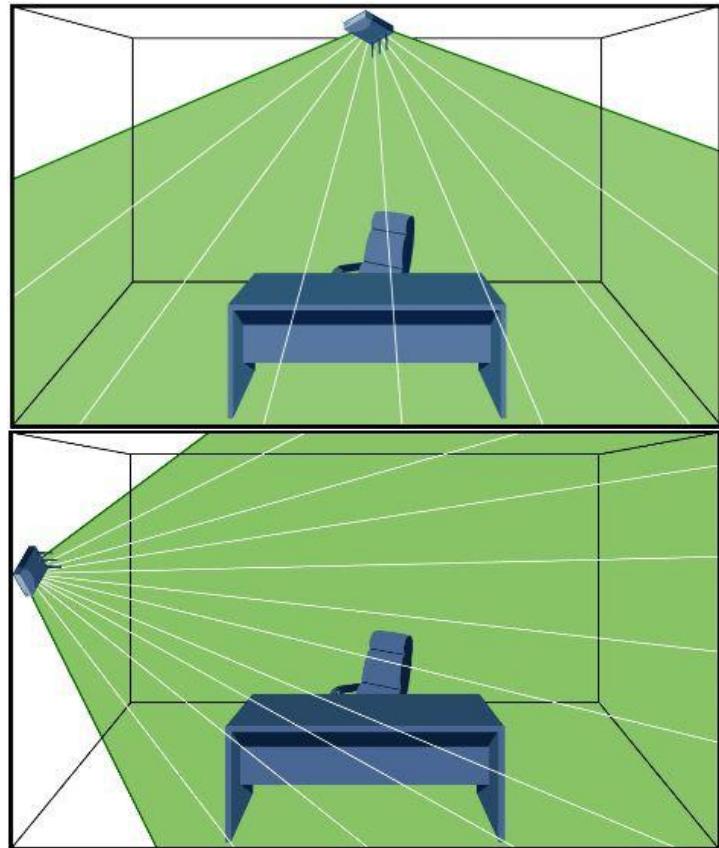
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br Robson Vaamonde



Altura Mínima e Máxima dos Access Point de Mesa, Parede e Teto

Fonte: <https://www.computerworld.ch/mobile/forschung/access-points-richtig-montieren-1334372.html>



Fonte: <https://www.1a-aerials.com/services/networking-wifi/ceiling-mount-wifi-access-point/>

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br Robson Vaamonde



Tabela Resumida – Altura Recomendada para APs Indoor

| Tipo de Instalação | Altura Mínima | Altura Ideal | Altura Máxima | Observações Técnicas |
|------------------------|-------------------|--------------|---------------|---|
| Mesa / Tabletop | 0,75m | 0,75 – 1,2m | até 1,5m | Ideal para pequenos ambientes com poucos obstáculos. Atenção a móveis ou pessoas bloqueando o sinal. |
| Parede / In-Wall | 1,2m | 1,5m | até 1,8m | Altura ideal para distribuição lateral do sinal. Evitar obstáculos laterais diretos (quadros, armários, etc). |
| Teto / Ceiling / Roof | 2,3m | 2,5 – 3,5m | até 4,5m | Mais comum em escritórios, salas amplas, escolas. Acima de 4,5m perde eficiência sem antena direcional. |
| Sobre o Piso / no Chão | Nunca recomendado | - | - | A posição no chão prejudica totalmente a propagação do sinal — ocorre absorção e bloqueio. |

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



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 | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



AP Wall/In-Wall (Access Point Parede)



Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



AP Tabletop (Access Point Mesa)



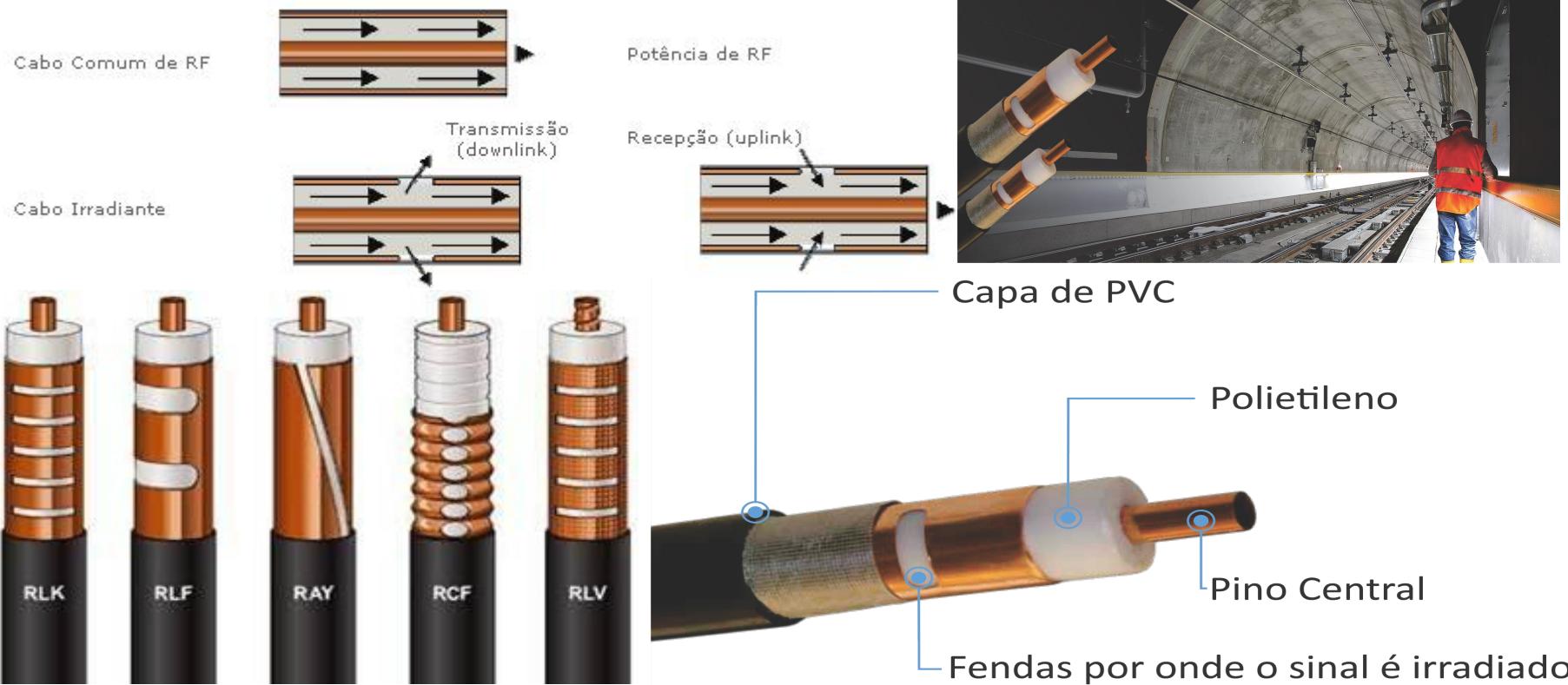
AP Industrial (Access Point Industrial)

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



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



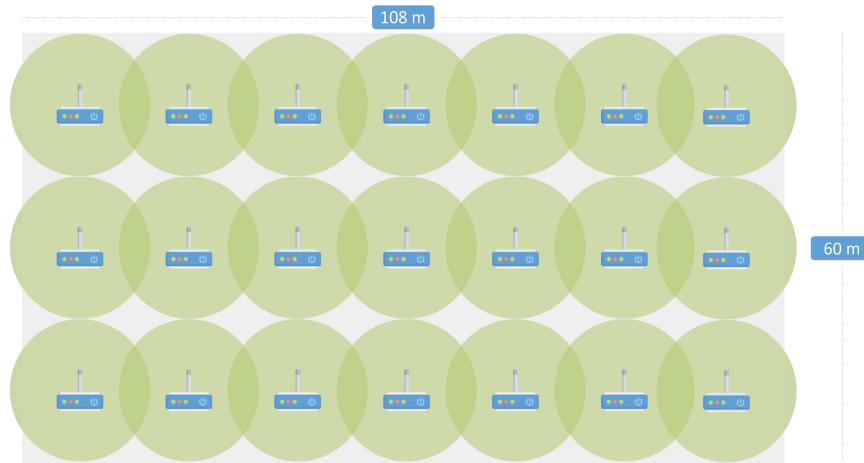
RF (Radio-Frequency) | RFID (Radio-Frequency IDentification)

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde

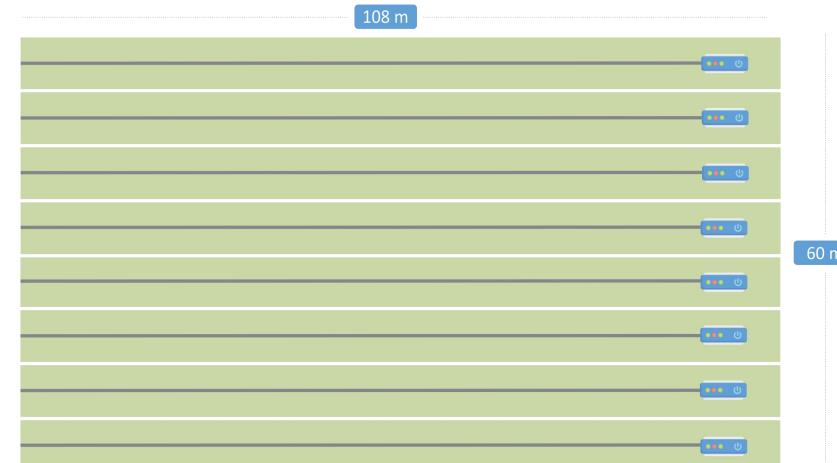


Solução com Access Point



No modelo convencional,
seria necessário a utilização
de **21 (vinte e um) Access
Point** para atender **6480mt²**
de um galpão.

Solução com Cabo Irradiante



Utilizando o Cabo Irradiante,
seria necessário a utilização
de **8 (oito) Access Point** para
atender **6480mt²** de um
galpão.

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

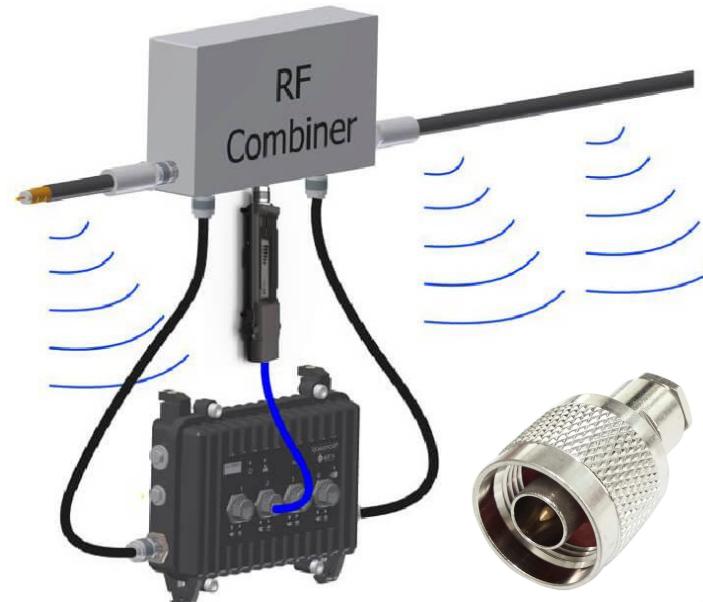
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | 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!!!

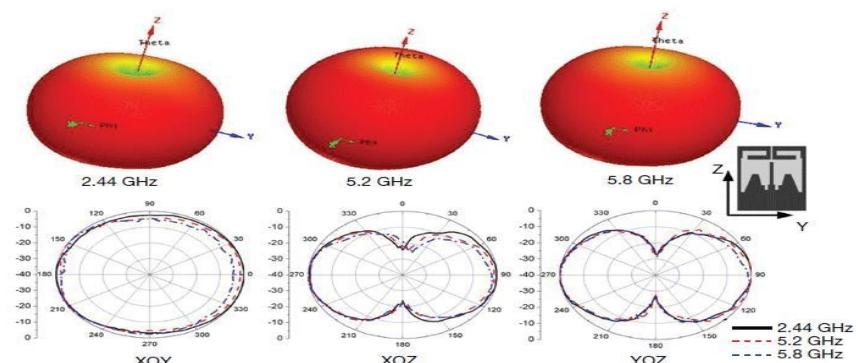
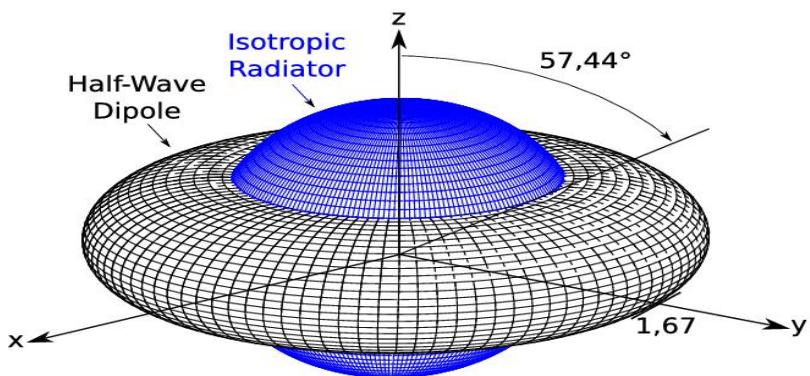
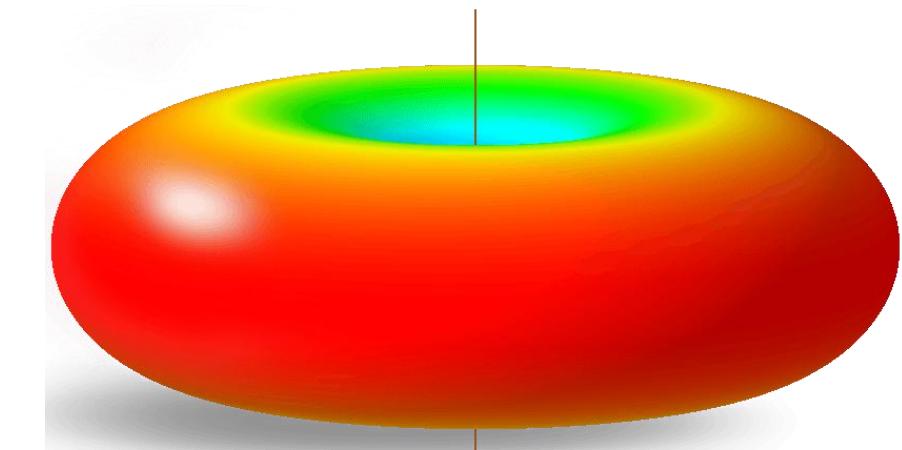
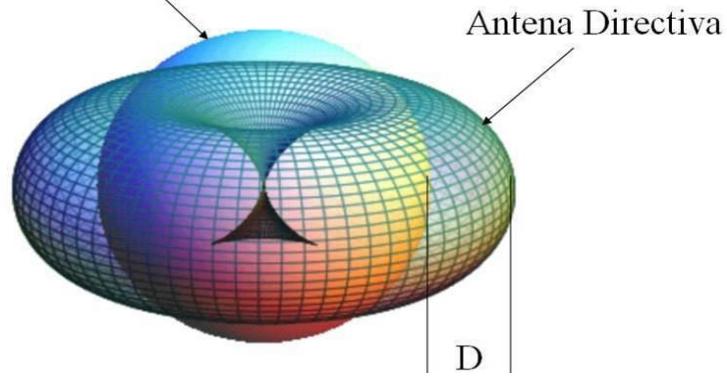
www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



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>

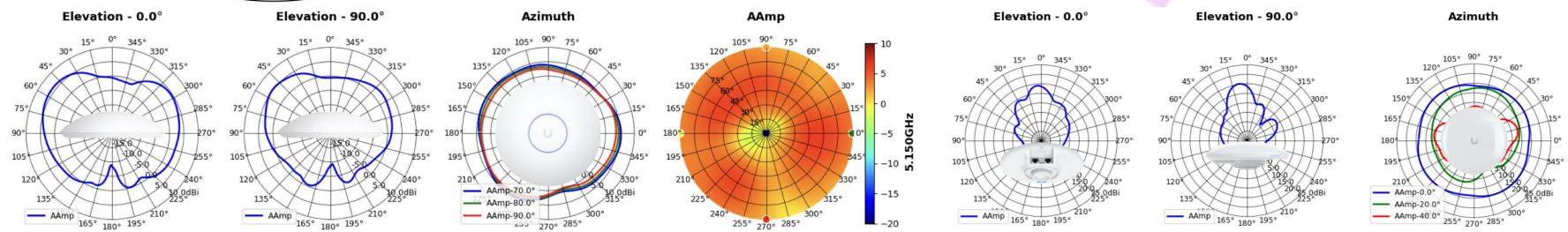
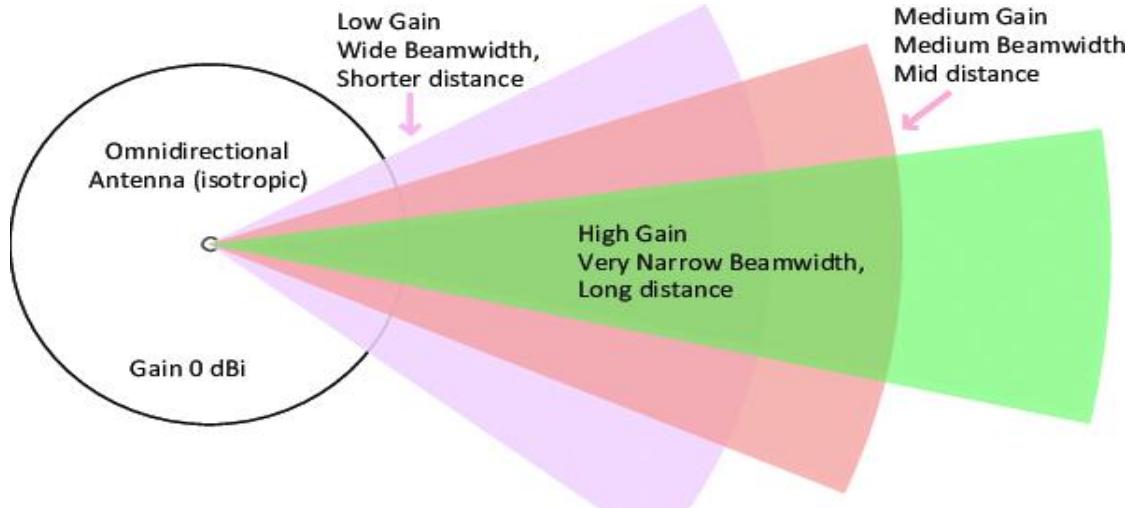
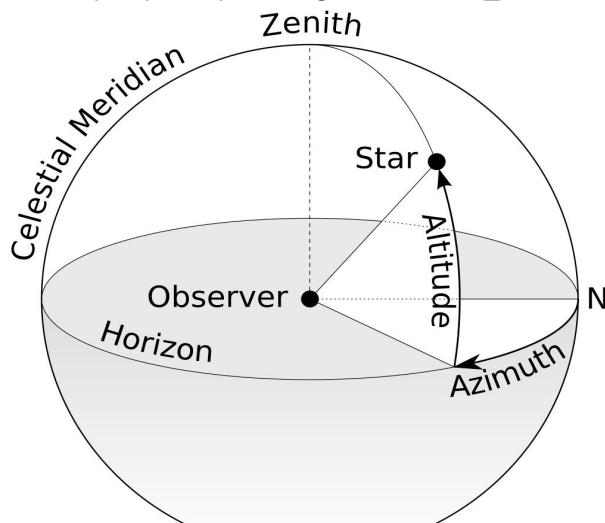
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



Azimute e Elevação (Conceito Teórico - Padrões de Radiação das Antenas do AP)

Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_horizontal_de_coordenadas



Fonte: https://www.researchgate.net/figure/Directional-Antenna-vs-Omnidirectional-Antenna_fig1_359456440

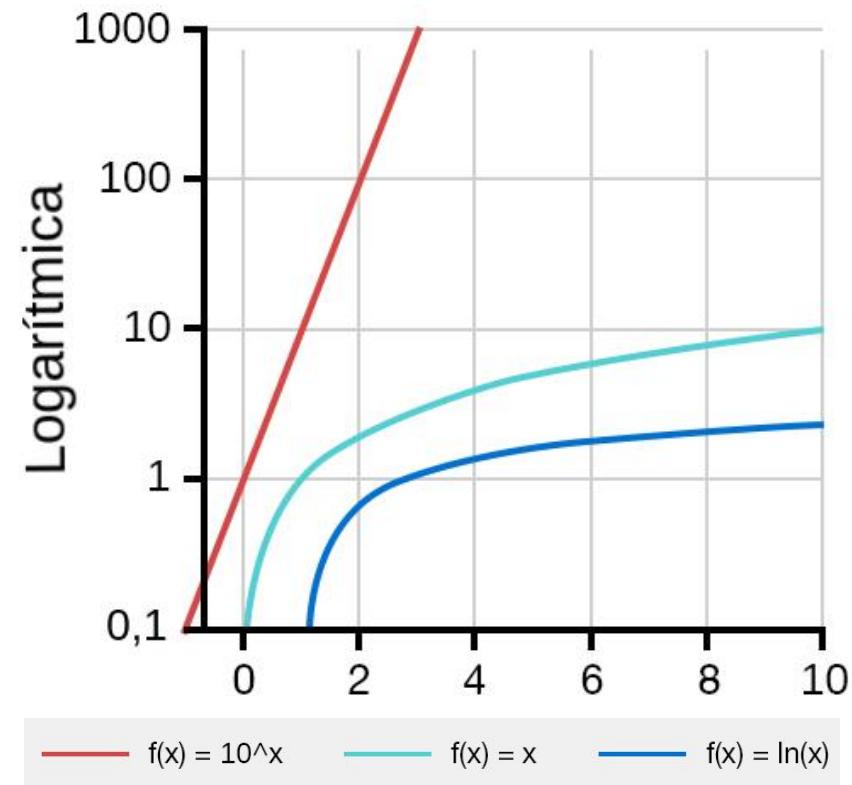
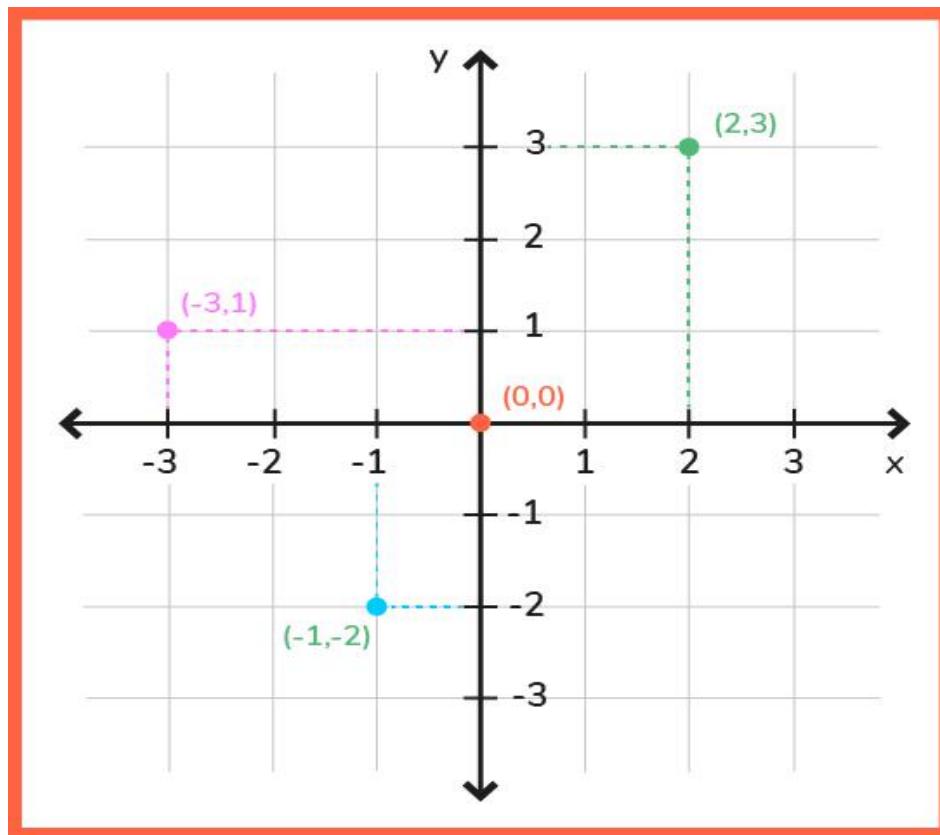
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | 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/

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



Tabela de Conversão: dBm ↔ mW (Para o Plano Cartesiano) Redes Sem-Fio

Regra Logarítmica: **+3 dBm** = dobra a potência (2x), **-3 dBm** = metade da potência ($\div 2$),
-10 dBm = dez vezes menos potência e **+10 dBm** = dez vezes mais potência.

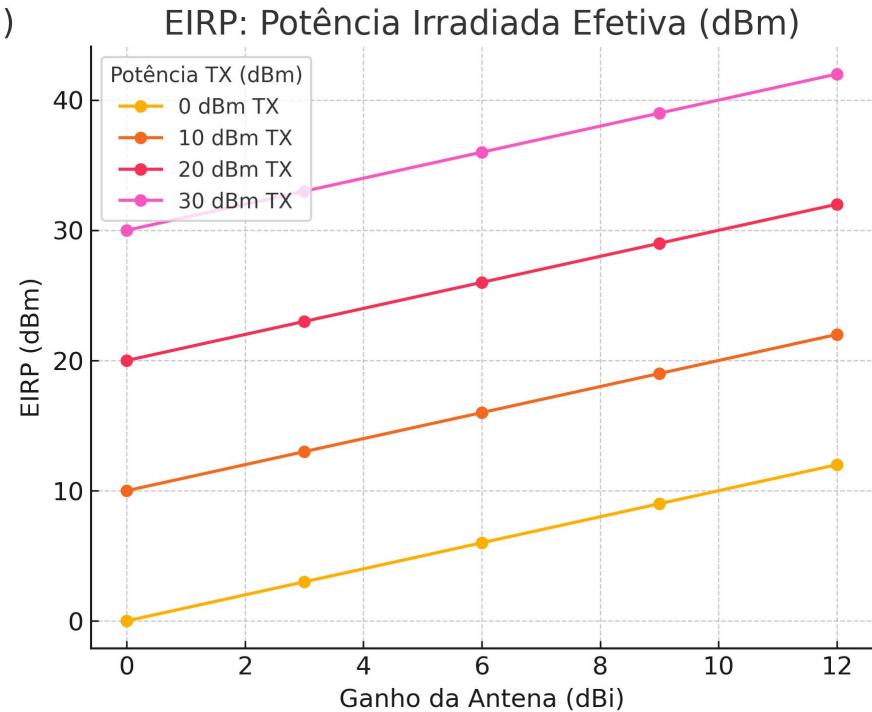
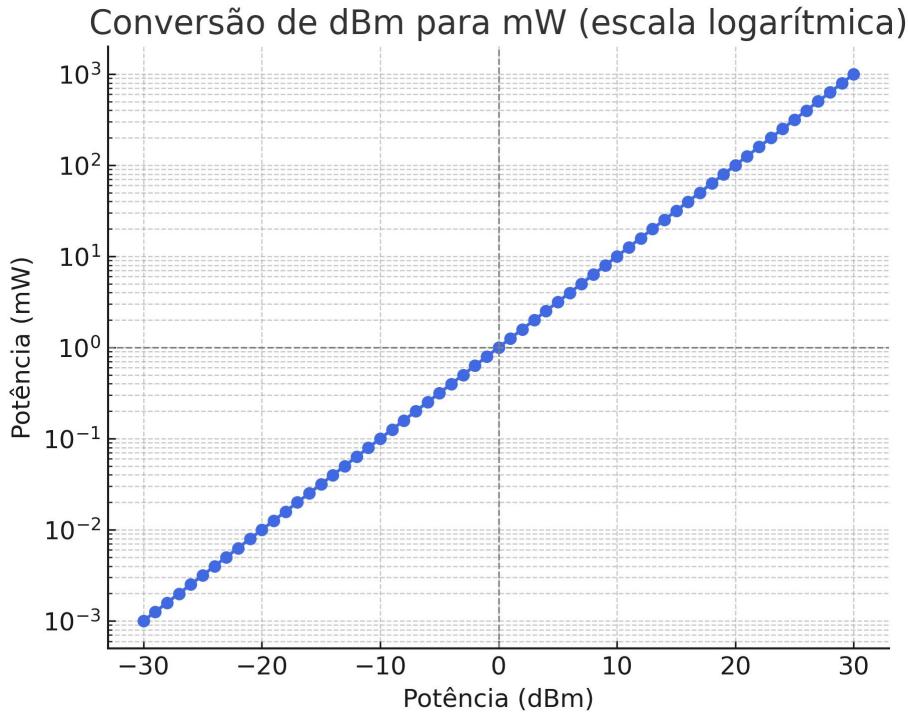
| dBm | Equivalente em mW | Observação |
|----------------|-------------------|--|
| -30 dBm | 0,001 mW | <i>Sinal muito fraco (quase inaudível)</i> |
| -20 dBm | 0,01 mW | <i>Sinal muito fraco</i> |
| -10 dBm | 0,1 mW | <i>Sinal fraco</i> |
| 0 dBm | 1 mW | Referência padrão |
| +3 dBm | 2 mW | Dobro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

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



Gráficos de: Conversão de dBm para mW e EIRP (Effective Isotropic Radiated Power)



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

Fórmula aplicada: **EIRP = Potência TX (dBm) + Ganho Antena (dBi)**

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

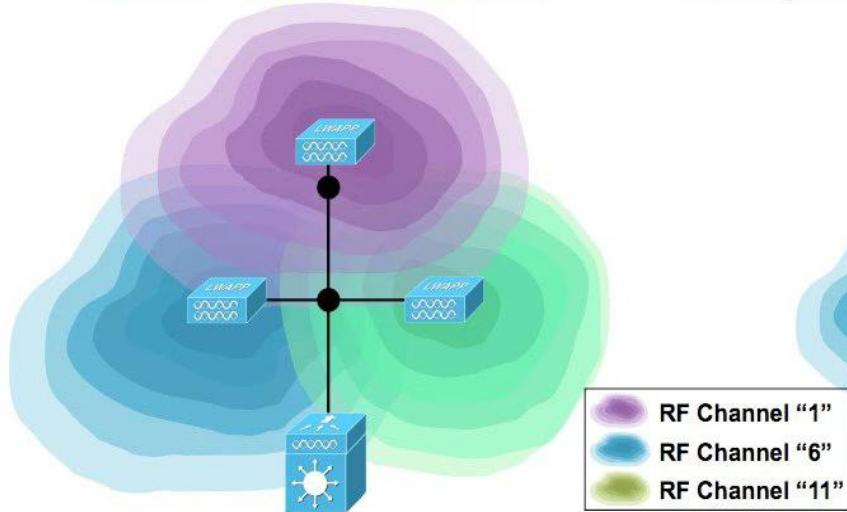
www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



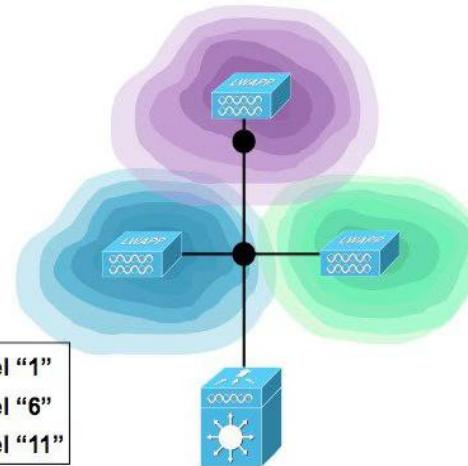
RRM (Radio Resource Management) e TPC (Transmit Power Control)

Fonte: https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/wireless/controller/technotes/8-3/b_RRM_White_Paper/tpc.html

Power Not Optimized—RF Signal Bleeds—Causes Interference



Decreased Power Limits Interference and Improves Application Performance



| General | 802.11 | RRM | High Density | Client |
|---|--------|------------|--------------|--------|
| TPC | | | | |
| Maximum Power Level Assignment (-10 to 30 dBm) | 12 | | | |
| Minimum Power Level Assignment (-10 to 30 dBm) | 7 | | | |
| Power Threshold v1(-80 to -50 dBm) | -65 | | | |
| Power Threshold v2(-80 to -50 dBm) | -67 | | | |
| Transmit Power: | | | | |
| Beacon Interval : | 0-1000 | | | |
| RTS Threshold: | 2346 | | | |
| Fragmentation Threshold: | 2346 | (256-2346) | | |
| DTIM Interval : | 1 | (1-255) | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Enable WMM | | | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Enable Short GI | | | | |
| <input type="checkbox"/> Enable AP Isolation | | | | |

| | |
|-----------------|---|
| Auto | Ajuste automático e dinâmico da potência com base nas condições do ambiente (recomendado); |
| High | Máxima potência de transmissão. Aumenta a cobertura, mas pode causar interferência entre APs; |
| Medium | Potência intermediária. Boa opção para balancear cobertura e reduzir interferência; |
| Low | Potência reduzida. Ideal para ambientes densos com muitos APs próximos (reduz sobreposição); |
| Custom | Permite definir manualmente a potência de cada rádio ou banda (em dBm ou %) conforme o projeto; |
| Disabled | Desativa o controle automático. A potência fica fixa e precisa ser ajustada manualmente. |

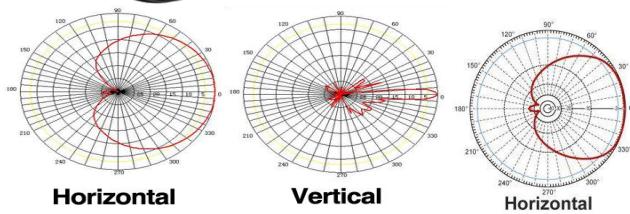
- Ajuste automático e dinâmico da potência com base nas condições do ambiente (recomendado);
- Máxima potência de transmissão. Aumenta a cobertura, mas pode causar interferência entre APs;
- Potência intermediária. Boa opção para balancear cobertura e reduzir interferência;
- Potência reduzida. Ideal para ambientes densos com muitos APs próximos (reduz sobreposição);
- Permite definir manualmente a potência de cada rádio ou banda (em dBm ou %) conforme o projeto;
- Desativa o controle automático. A potência fica fixa e precisa ser ajustada manualmente.

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

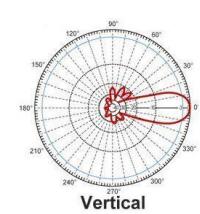
www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



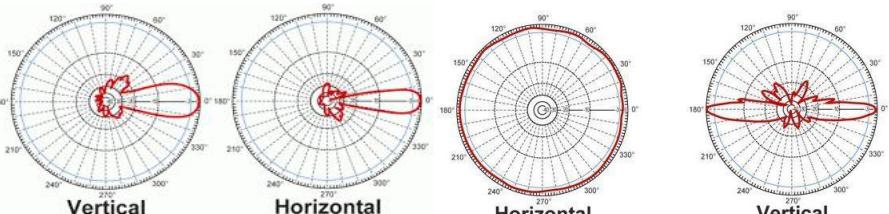
Antenas Direcional



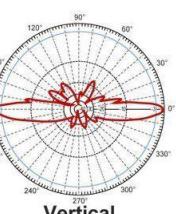
Antenas Setorial



Antenas Parabólicas



Antenas Omnidirecional



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

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



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



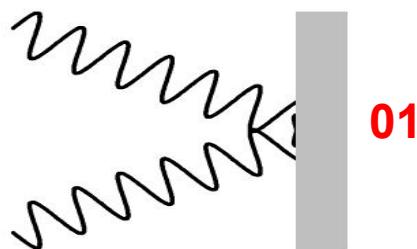
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde

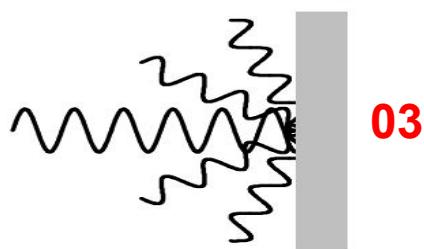


Intereferência de Sinal no RF (Rádiofrequência - Wi-Fi/Wireless/Sem-Fio)

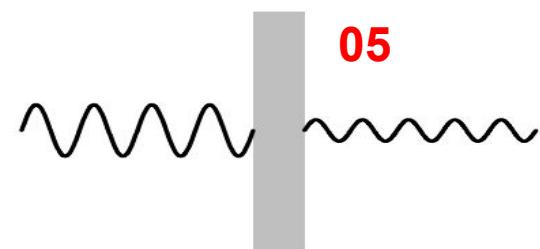
Reflection



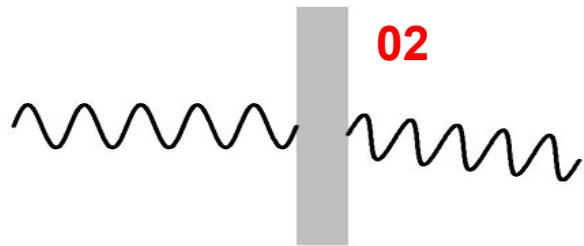
Scattering



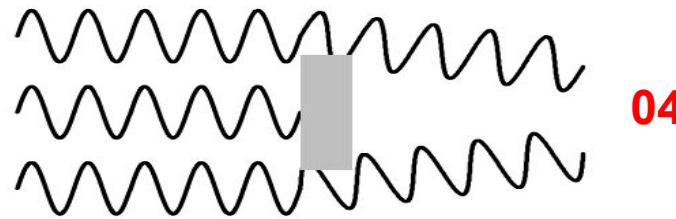
Absorption



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 | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



Tabela: Índice de Refração x Impacto em Redes Wi-Fi (2.4GHz / 5GHz)

| Material / Meio | Índice de Refração | Impacto no Wi-Fi | Observações Técnicas |
|-----------------------------|--------------------|----------------------|--|
| Ar (seco) | ~1.0003 | Sem impacto | Meio ideal — praticamente transparente ao sinal |
| Água Doce | ~1.33 | Alta atenuação | Altas perdas em dB, principalmente no 5GHz; exemplo clássico: aquários |
| Água Salgada | ~1.34 – 1.35 | Muito alta atenuação | Salinidade aumenta condutividade → maior absorção do sinal |
| Vidro comum | ~1.5 | Média atenuação | Dependendo da espessura; 2.4GHz tende a atravessar melhor |
| Vidro com película metálica | >1.7 | Reflexão intensa | Reflete sinal; praticamente bloqueia o 5GHz |
| Acrílico / Plástico | ~1.49 | Baixa interferência | Usado em APs internos sem grandes perdas |
| Madeira seca (pinho, MDF) | ~1.45 – 1.55 | Atenuação leve | Atravessa bem, depende da densidade e umidade |
| Concreto úmido | ~1.75 – 2.00 | Alta absorção | Contém água + minerais → forte atenuação, especialmente para 5GHz |
| Cerâmica / Porcelanato | ~1.5 – 1.6 | Atenuação média | Comum em cozinhas/banheiros, pode refletir ou absorver dependendo da espessura |
| Espelho | Reflexão total) | Bloqueio quase total | Cria “zonas mortas” por reflexão especular |
| Concreto armado + ferro | Alta condutividade | Blindagem parcial | Interfere como uma gaiola de Faraday |
| Metal (ferro, aço, cobre) | Reflete quase tudo | Barreira total | Reflete 100% das ondas, exceto pequenas frestas |
| Corpo humano | ~1.3 – 1.4 | Atenuação alta | Pode absorver sinal — por isso pessoas interferem em redes lotadas |

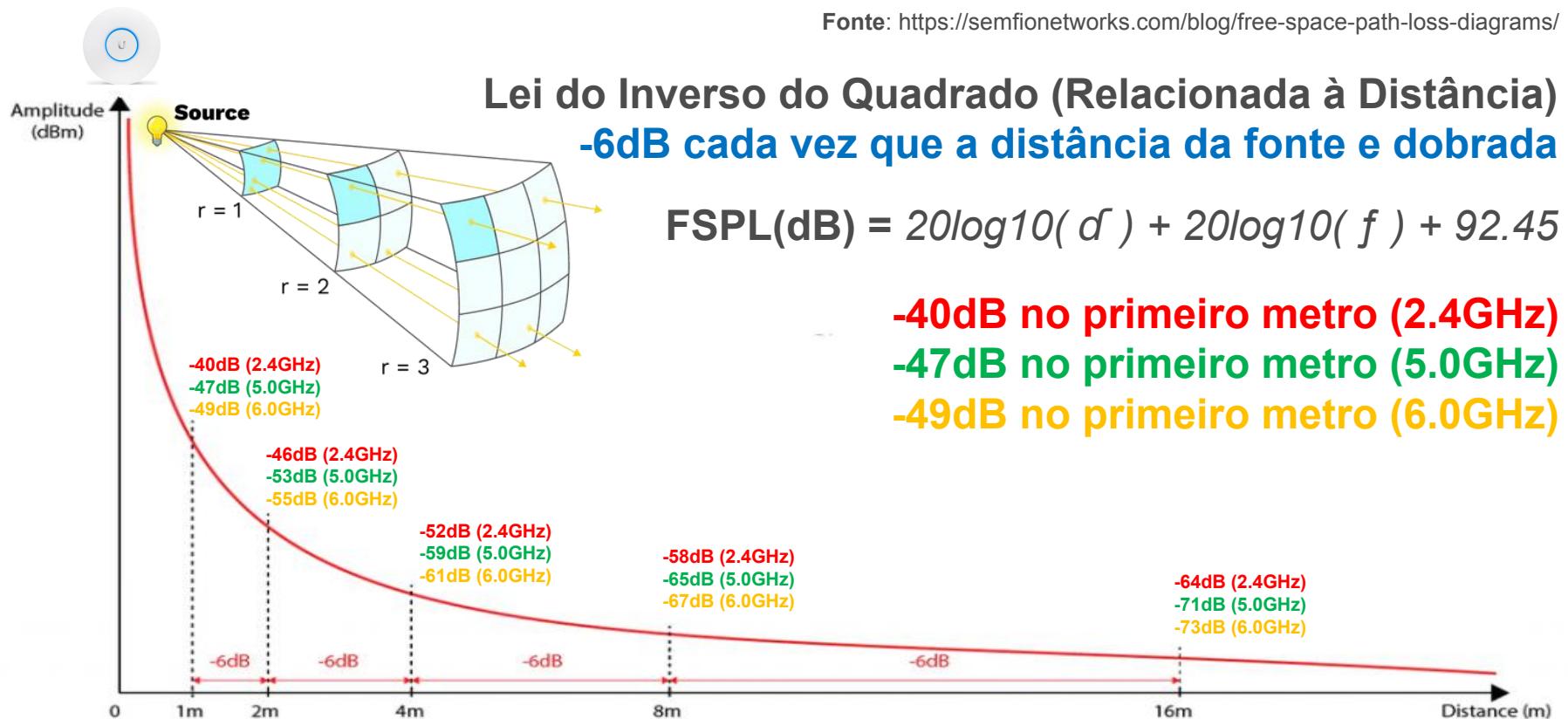
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



FSPL (Free Space Path Loss) e EIRP (Equivalent Isotropically Radiation Power) - ETAPA-01

Fonte: <https://semfionetworks.com/blog/free-space-path-loss-diagrams/>



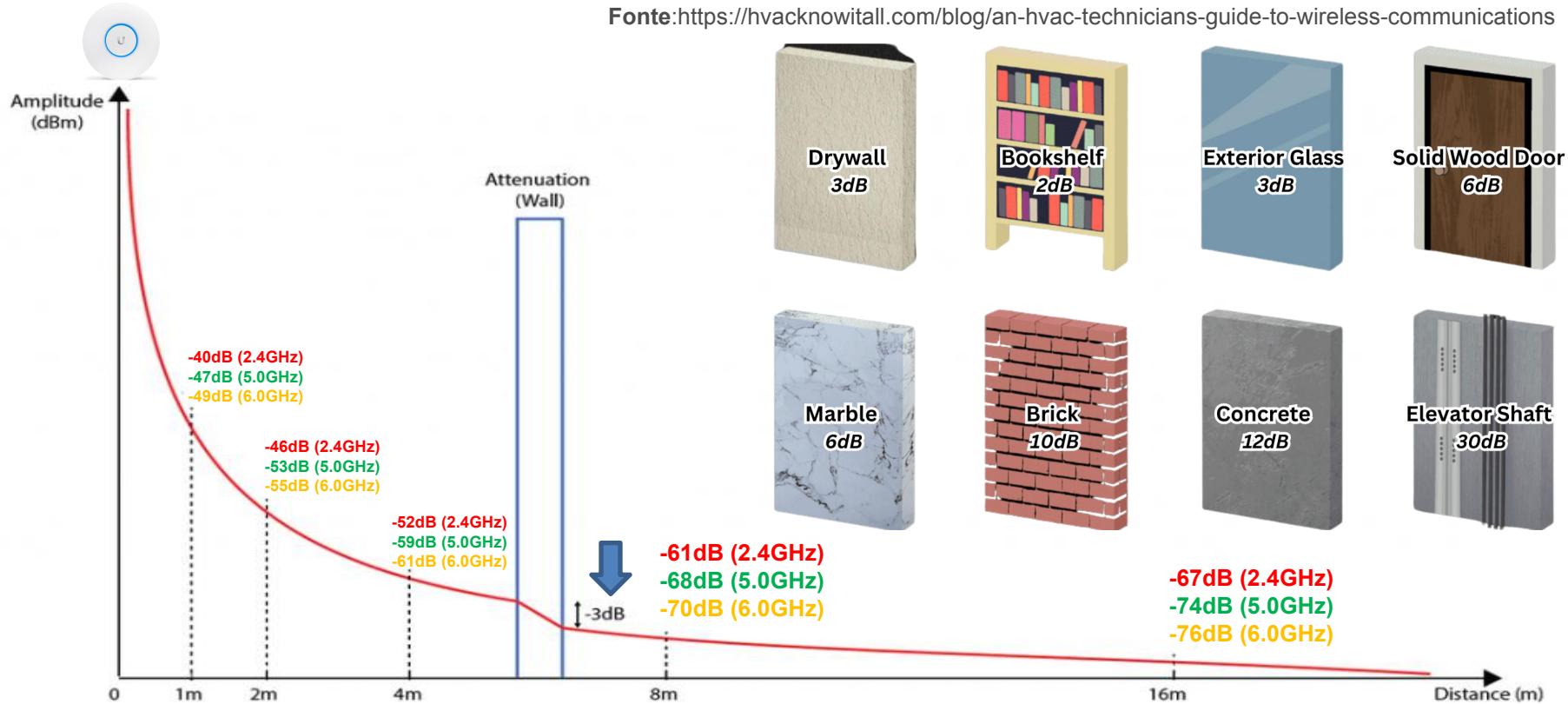
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



FSPL (Free Space Path Loss) e EIRP (Equivalent Isotropically Radiation Power) - ETAPA-02

Fonte: <https://hvacknowitall.com/blog/an-hvac-technicians-guide-to-wireless-communications>



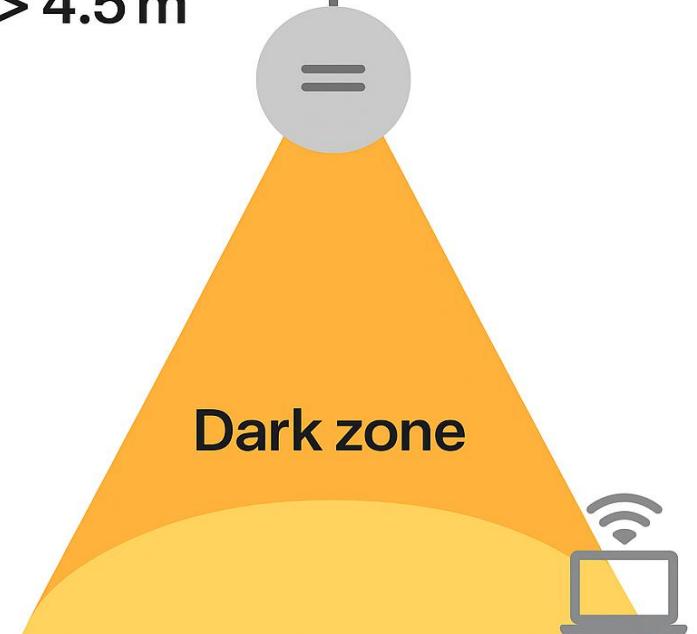
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde

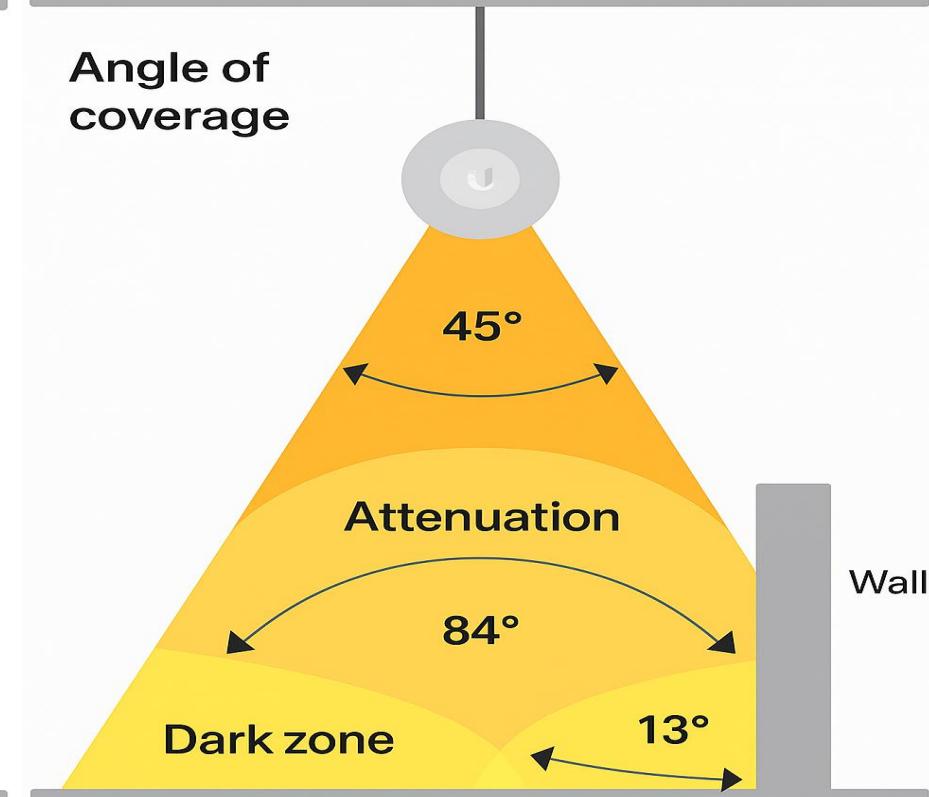


FSPL (Free Space Path Loss) e EIRP (Equivalent Isotropically Radiation Power) Access Point no Teto (Ceiling / Roof) - ETAPA-03

High ceiling
 $> 4.5\text{ m}$



Angle of coverage

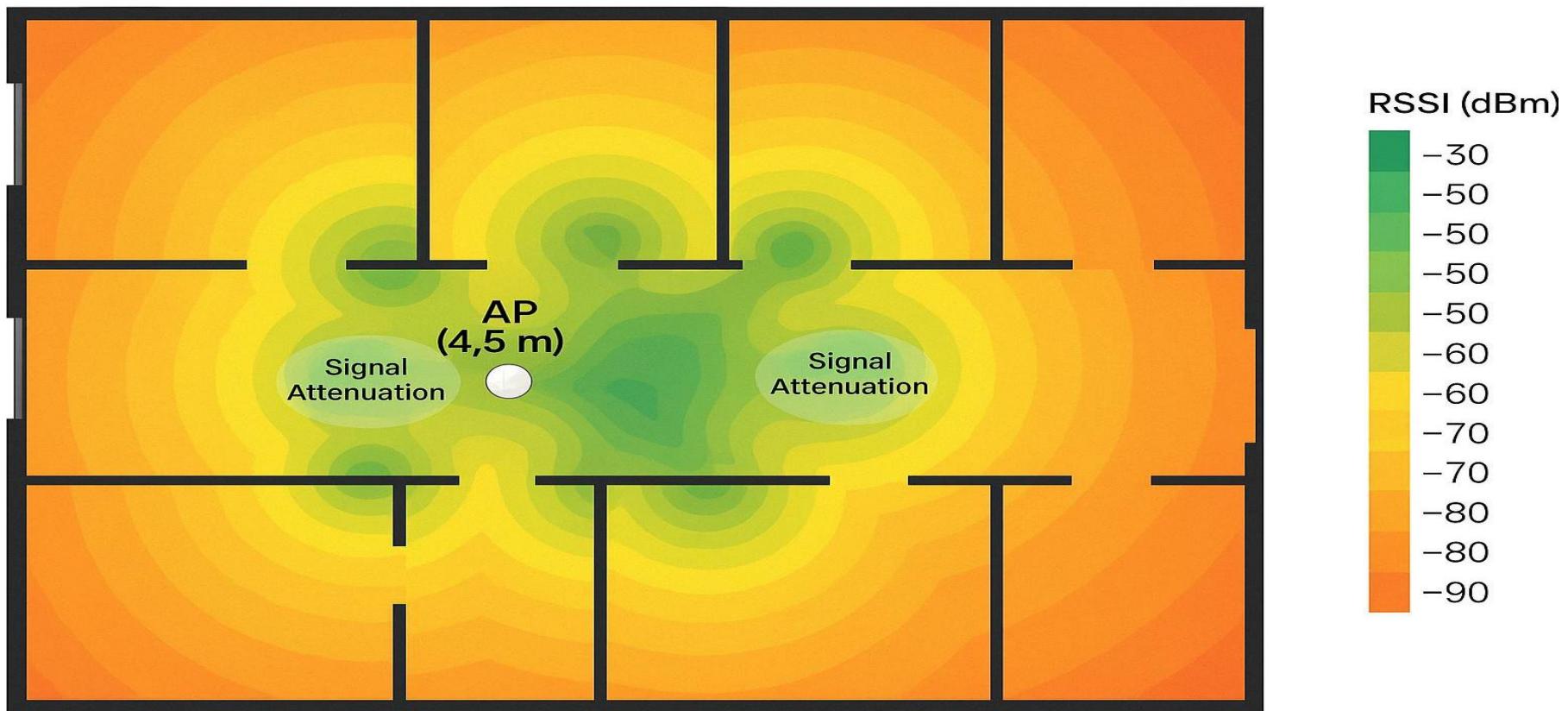


Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



FSPL (Free Space Path Loss) e EIRP (Equivalent Isotropically Radiation Power) Access Point no Teto (Ceiling / Roof) Atenuação - ETAPA-04



Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



Barreiras/Obstáculos RF (Rádiofrequênci - 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 | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



Barreiras/Obstáculos RF (Rádiofrequência - Wi-Fi/Wireless/Sem-Fio - ETAPA:02)

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

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | 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 | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



Barreiras/Obstáculos RF (Rádiofrequênci - 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 | Reduz 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 | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



RSSI (Received Signal Strength Indicator - dBm) e SNR (Signal-to-Noise Ratio)

| Qualidade do Sinal | RSSI (dBm) | SNR (dB) | Observações Técnicas |
|-------------------------|---------------|--------------|--|
| Excelente | -30 a -50 dBm | ≥ 40 dB | Alta velocidade, ótimo para vídeo 4K, VoIP, jogos. Ideal para ambientes controlados. |
| Muito Boa | -51 a -60 dBm | 30 a 40 dB | Conexão estável, ideal para uso profissional. Sem perdas visíveis. |
| Boa | -61 a -67 dBm | 20 a 29 dB | Navegação e streaming ok. Pode haver variações sob carga. |
| Regular | -68 a -75 dBm | 10 a 19 dB | Funciona, mas com perdas ocasionais. Não recomendado para aplicações críticas. |
| Fraca / Instável | -76 a -85 dBm | 5 a 9 dB | Latência alta, perdas de pacotes. Quedas frequentes. |
| Muito Fraca | < -85 dBm | < 5 dB | Conexão quase inutilizável. Requer reposicionamento do AP ou cliente. |



Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



Aumentar o Ganho da Antena: Ganho da Antena = Diretividade + Eficiência

| Qualidade do Sinal | RSSI (dBm) | 0 dBm | -51 dBm | -36 dBm |
|--------------------|--------------|--------|---------|---------|
| Excelente | -30 - 50 dBm | +3 dBi | | |
| Muito Boa | -51 - 60 dB | | | +12 dBi |
| Boa | -61 - 67 dB | | | |
| Regular | -68 - 75 dB | | | |
| Fraca / Instável | -76 - 85 dB | | | |
| Muito Fraca | <-85 dB | | | |



+3 dBi

Potência Final = Potência Inicial+Ganho AP+Ganho Cliente–Perda no Caminho

Sinal Recebido=**0 dBm** + **3 dBi** – **51 dB** + **12 dBi** = **-36 dBm**

| | | |
|-----------------------|-------------------------------|-----------------|
| Excelente | -30 a -50 m – 40 db/m | ≥ 40 dB |
| Muito Boa | -51 a -60 m – 50 db/m | 30-40 dB |
| Boa | -61 a -67 dm – 64 db/m | 20-29 dB |
| Regular | -68 a -75 dm – 60 db/m | 10-19 dB |
| Fraca/Instável | -76 a -85 dm – 85 dBm | 5 9 dB |
| Muito Fraca | < 85 dbm | < 5 B |

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



Tabela Resumida do Ganho das Antenas nos Access Point e Endpoint Padrão

| Dispositivo | Tipo de Antena | Ganho Médio (dBi) | Observações |
|---------------------------|--------------------------------|--------------------|--|
| Access Point Indoor | Dipolo (Omnidirecional) | 3 a 5 dBi | Modelos comuns tipo Ubiquiti U6/U7, Aruba, Cisco, TP-Link etc. |
| Access Point Outdoor | Setorial / Painel / Parabólica | 8 a 20 dBi | Antenas direcionais para longa distância; usadas em ambientes externos |
| Notebook | Antena Interna (PCB / IFA) | 1 a 3 dBi | Embutida nas laterais ou na tela; bom desempenho em curtas distâncias |
| Celular / Smartphone | Antena Interna Compacta | 0 a 2 dBi | Antena muito compacta, otimizada para consumo energético |
| Tablet | Antena Interna (pequena) | 0 a 2 dBi | Semelhante ao celular; menor desempenho que notebooks |
| Desktop com Wi-Fi USB | Dipolo (externa) | 3 a 5 dBi | Se for antena destacável; pode ter melhores resultados |
| Desktop com Wi-Fi Interno | Interna (pequena) | 0 a 2 dBi | Antenas internas têm menor desempenho e cobertura |
| IoT / Câmeras Wi-Fi | PCB ou cerâmica interna | -2 a +2 dBi | Baixo ganho por limitação de espaço e energia |

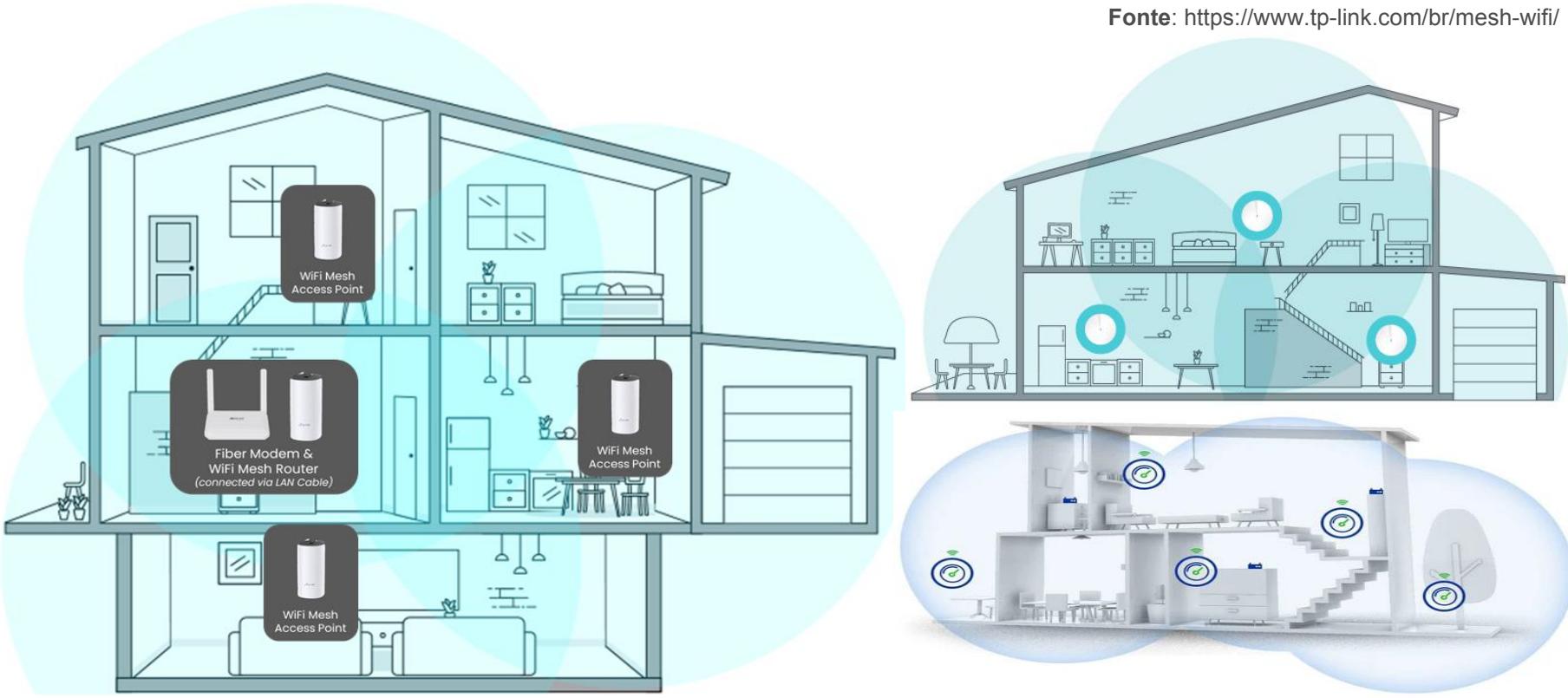
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



Access Point Multiple Floors (Vários Andares) - Rede Mesh (Malha) e Roaming (Itinerância)

Fonte: <https://www.tp-link.com/br/mesh-wifi/>



Fonte: <https://pldthome.com/support-wifi-mesh-system>

Fonte: <https://www.truecable.com/blogs/cable-academy/how-to-boost-your-wifi-signal-mesh-networking#>

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | 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



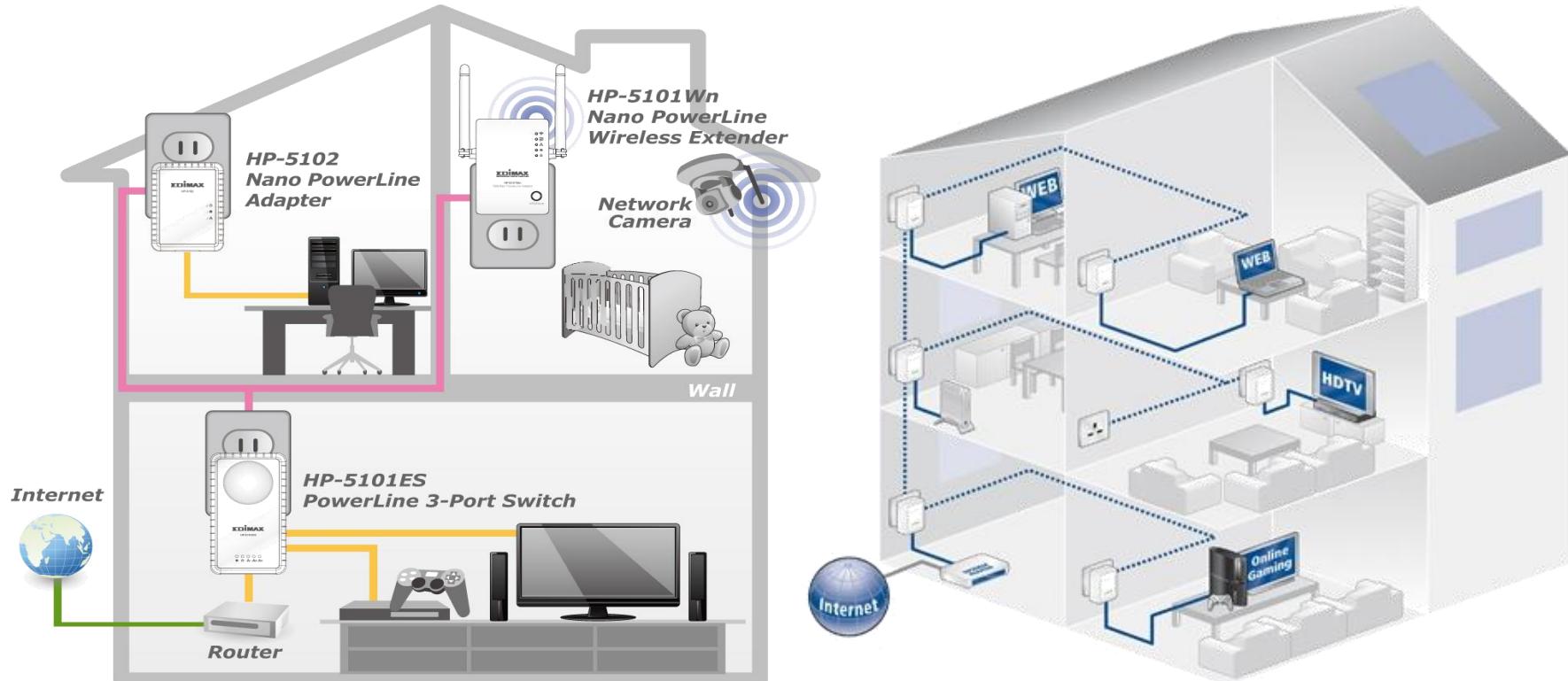
Pode ser usado externamente ou internamente, **com sistema de proteção hermética (IPX)**.

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



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



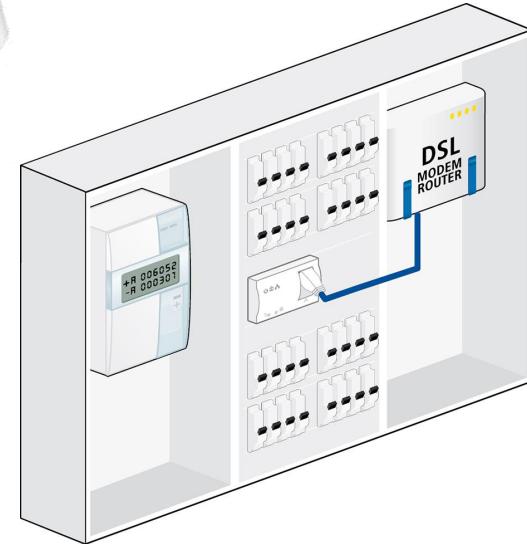
Fonte: https://www.edimax.com/edimax/merchandise/merchandise_detail/data/edimax/global/powerline_av500/hp-5103/

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



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

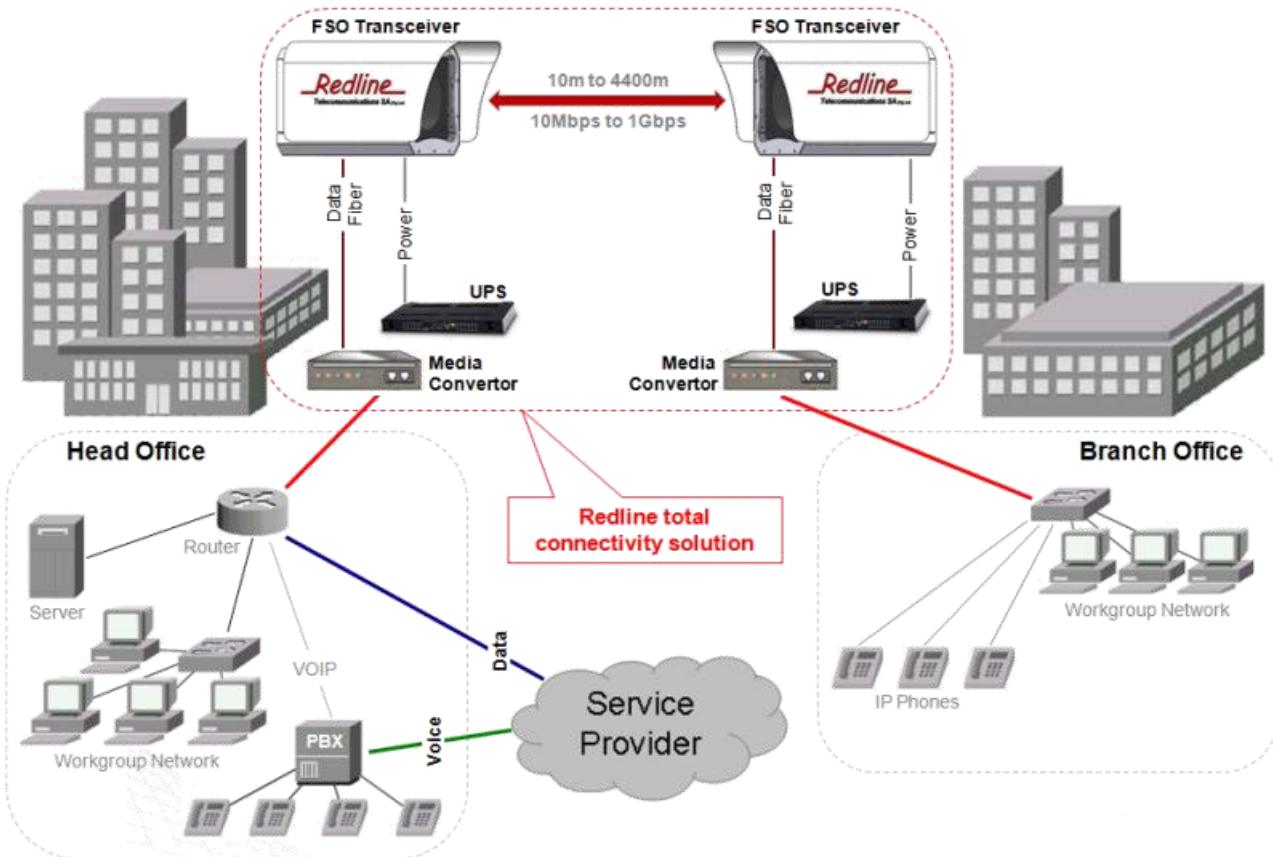


Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



FSO IR Laser (Free-Space Point-to-Point Optical Links - Infrared)

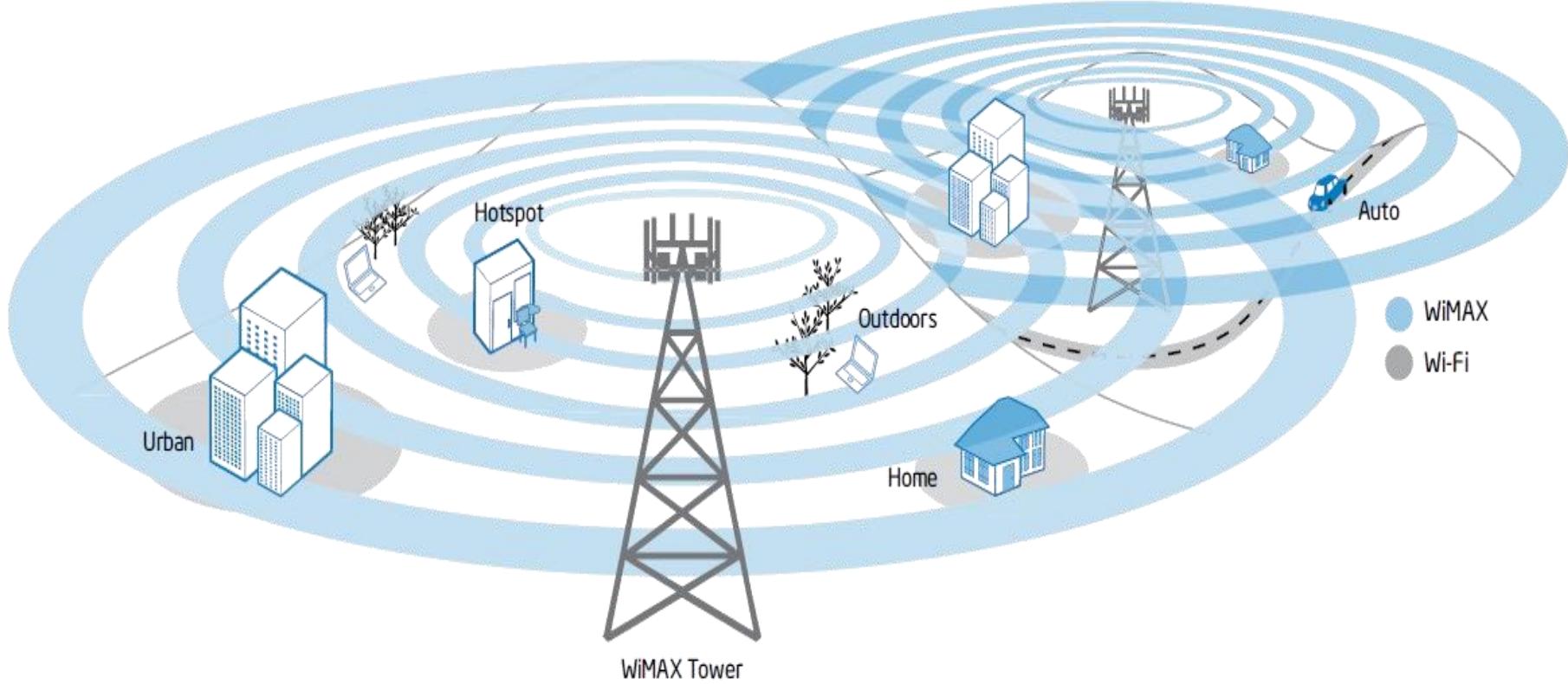


Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | 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 | 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)

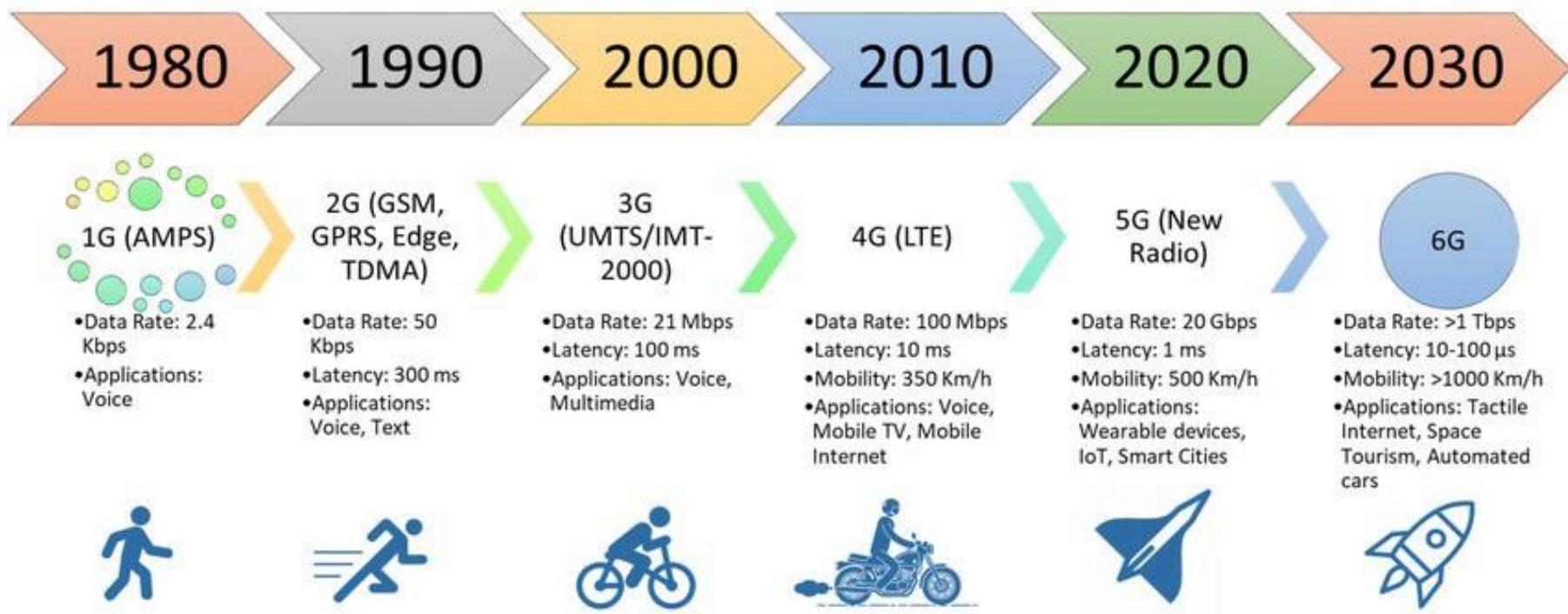
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | 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 | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



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

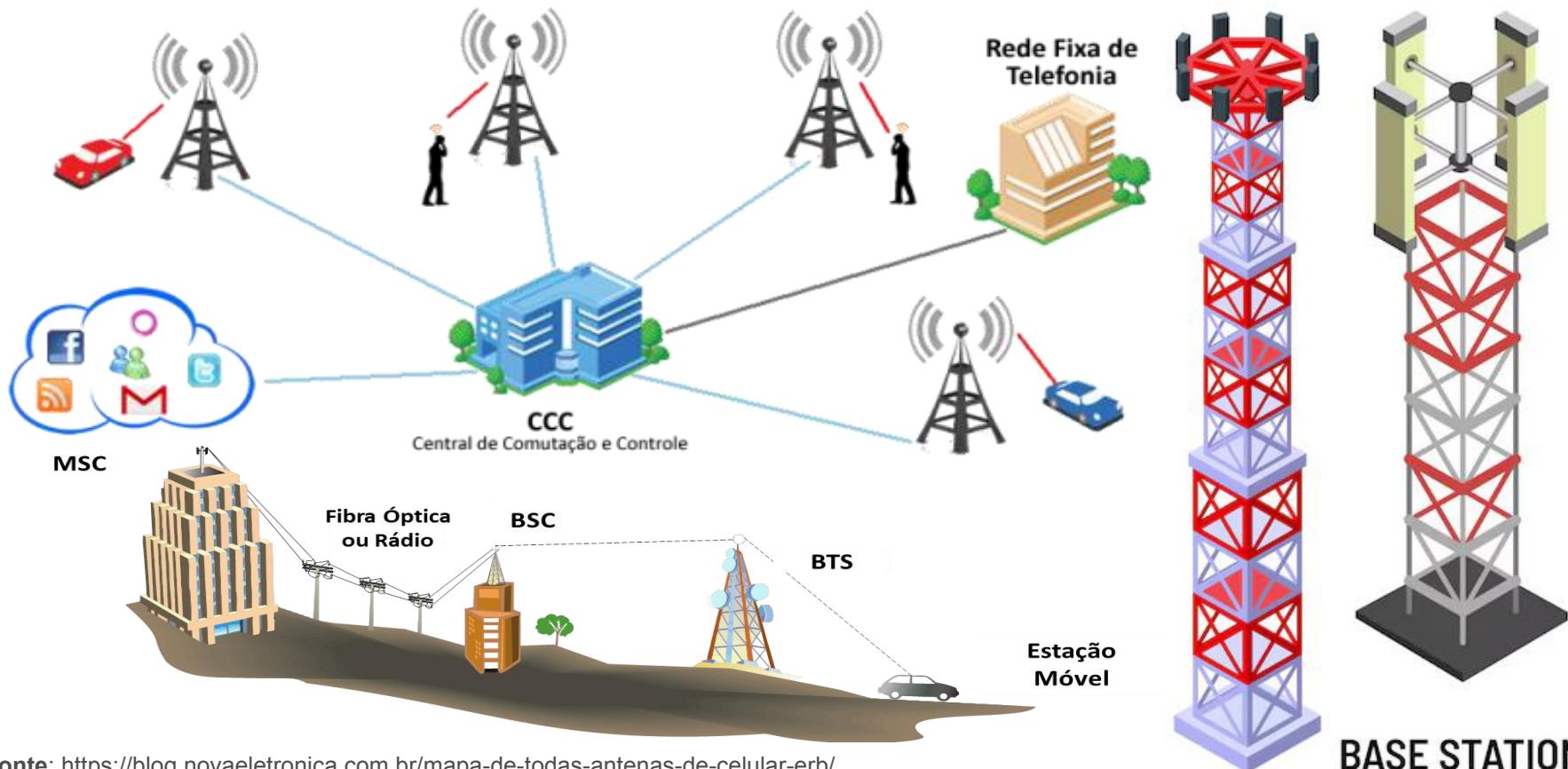


Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



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



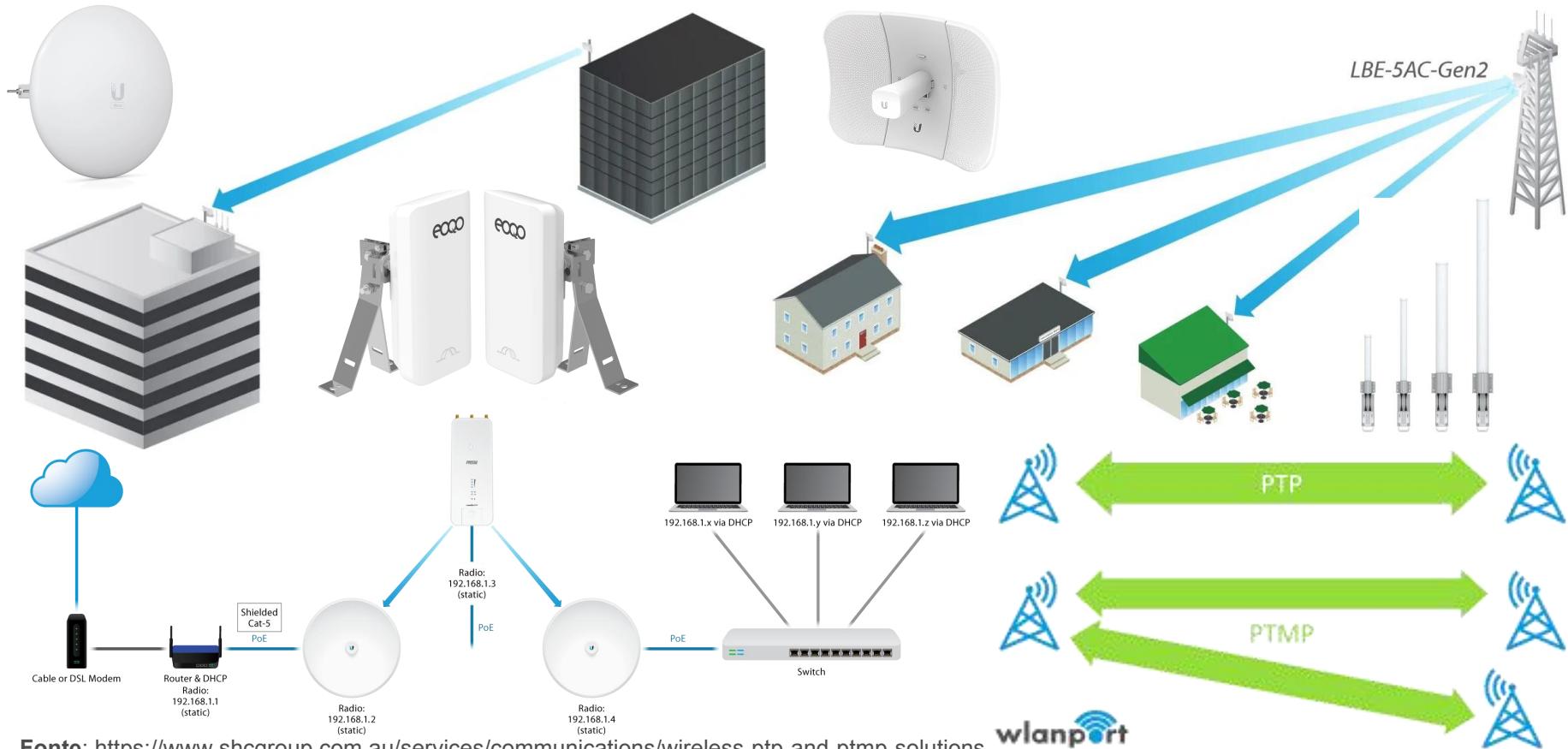
Fonte: <https://blog.novaelectronica.com.br/mapa-de-todas-antenas-de-celular-erb/>

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



WLAN (Wireless LAN) PTP (Point-to-Point) e PTMP (Point-to-Multipoint)



Fonte: <https://www.shcgroup.com.au/services/communications/wireless-ptp-and-ptmp-solutions>

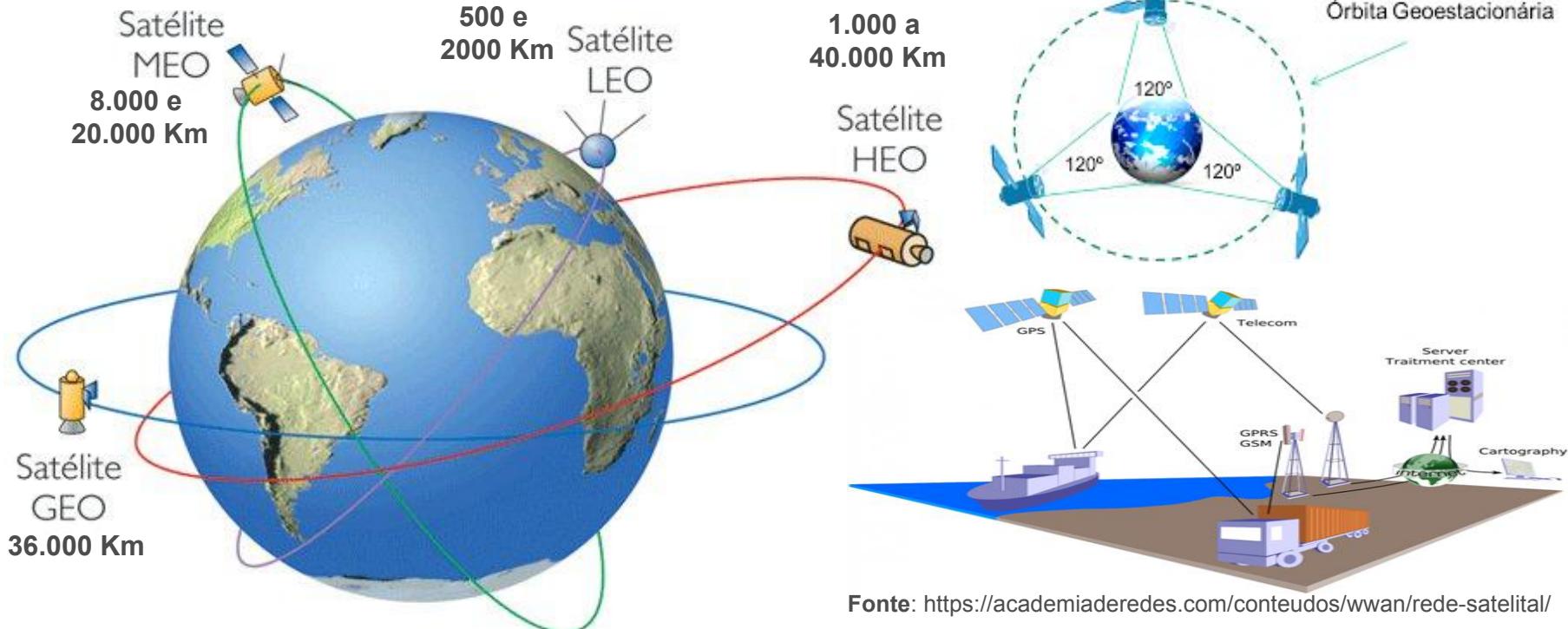
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | 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%A1lites>



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!!!

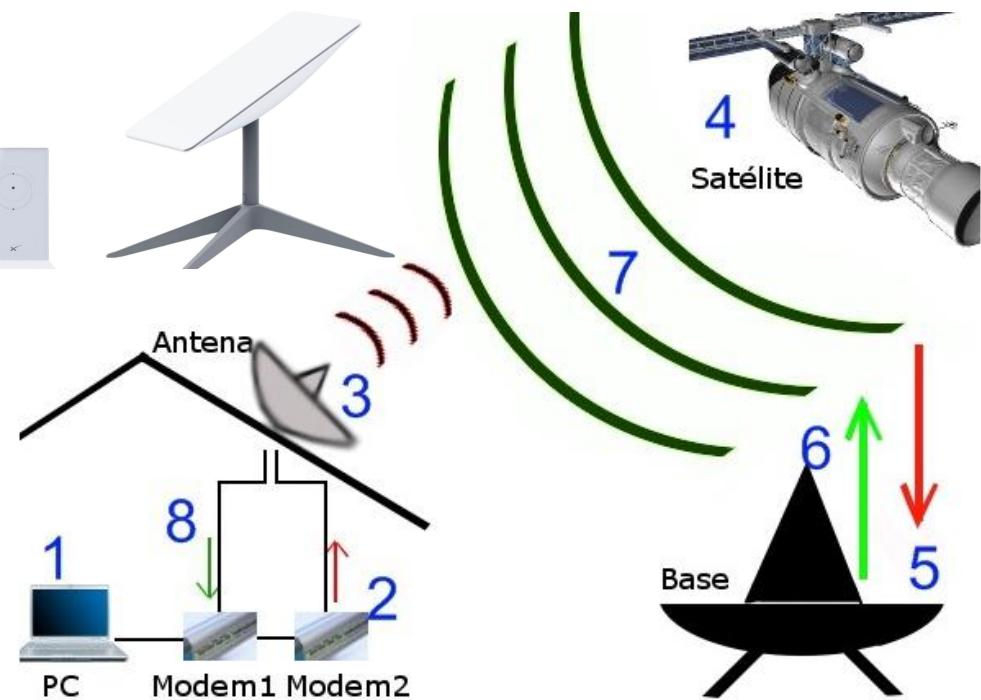
www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



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 | 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/>

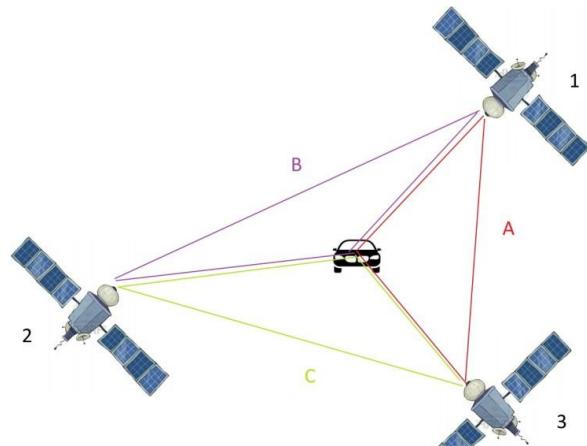


Figure 1

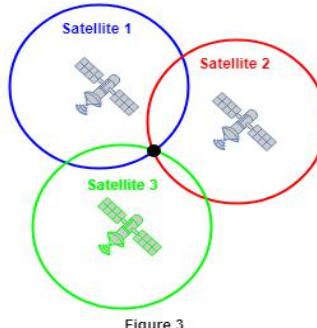
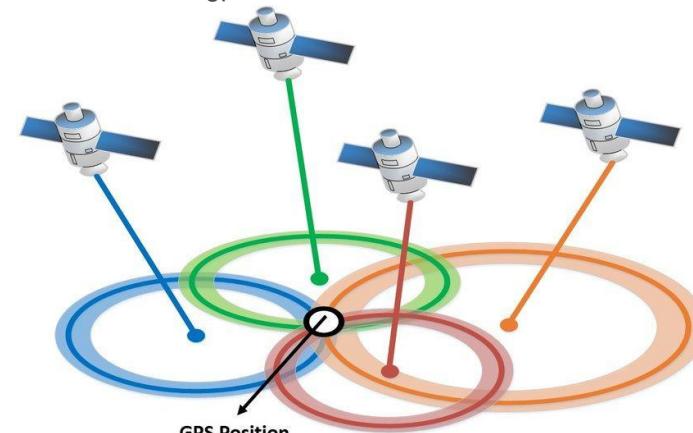
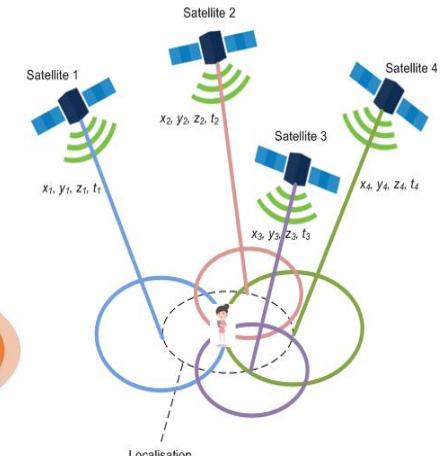


Figure 3



| 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

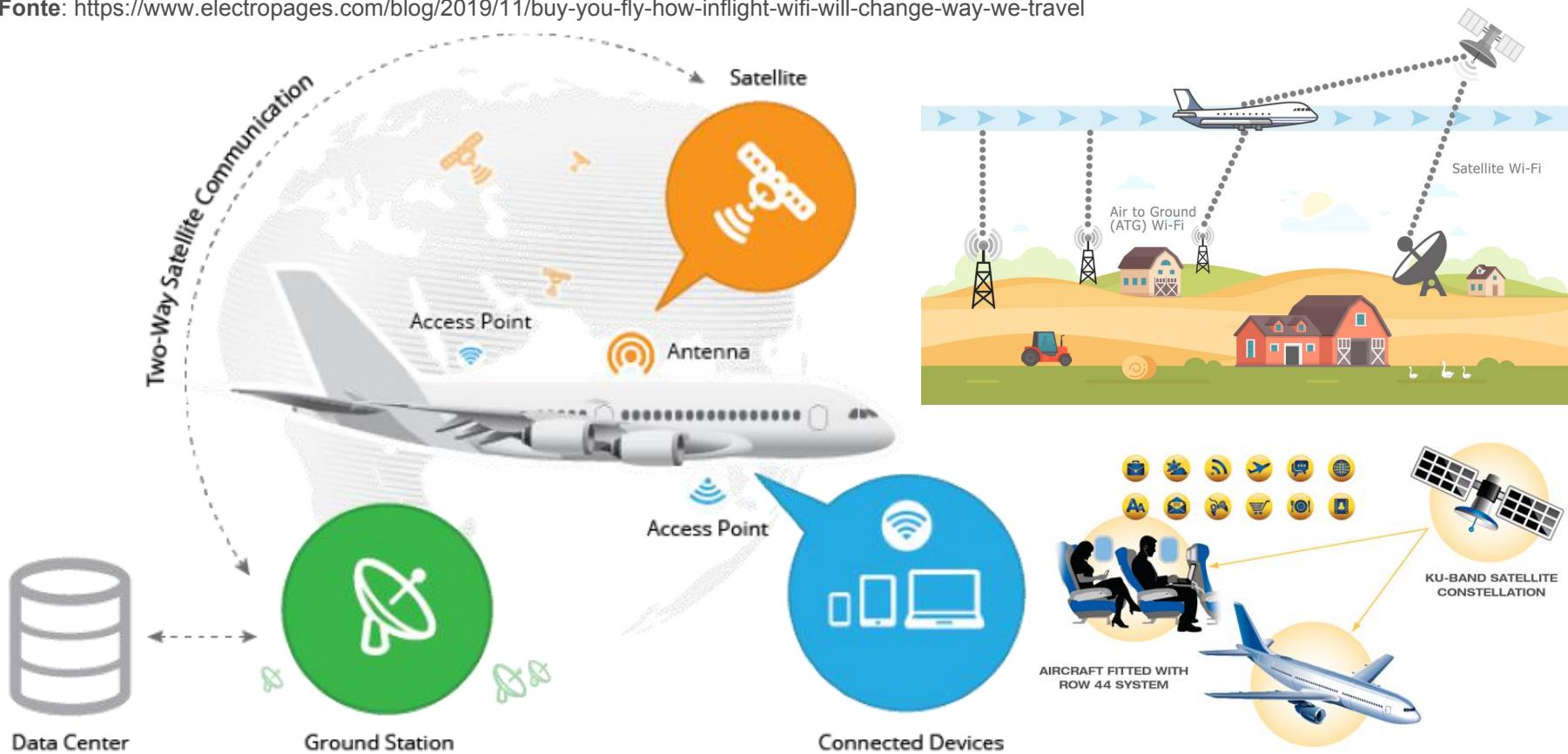
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | 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>

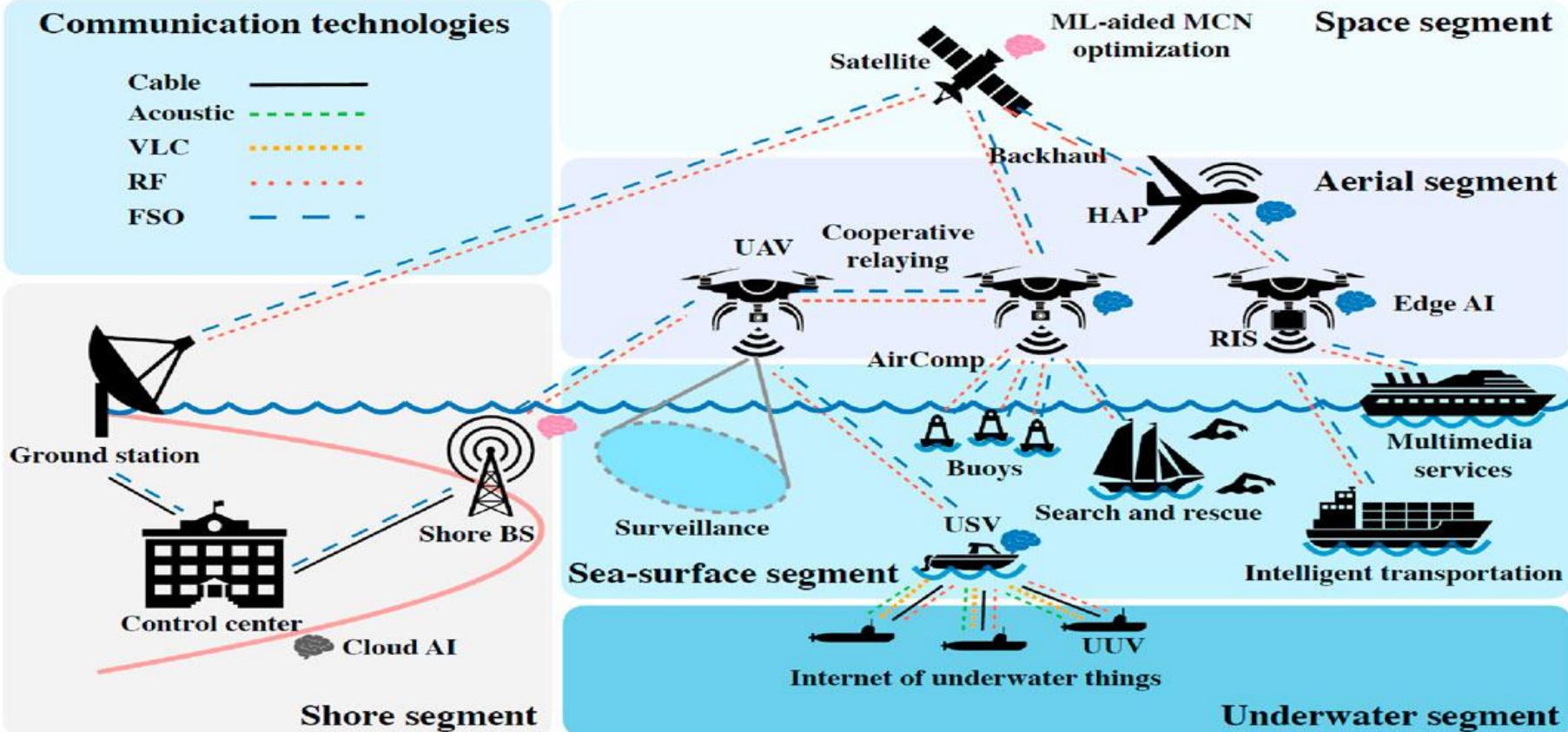


Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



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



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 | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



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

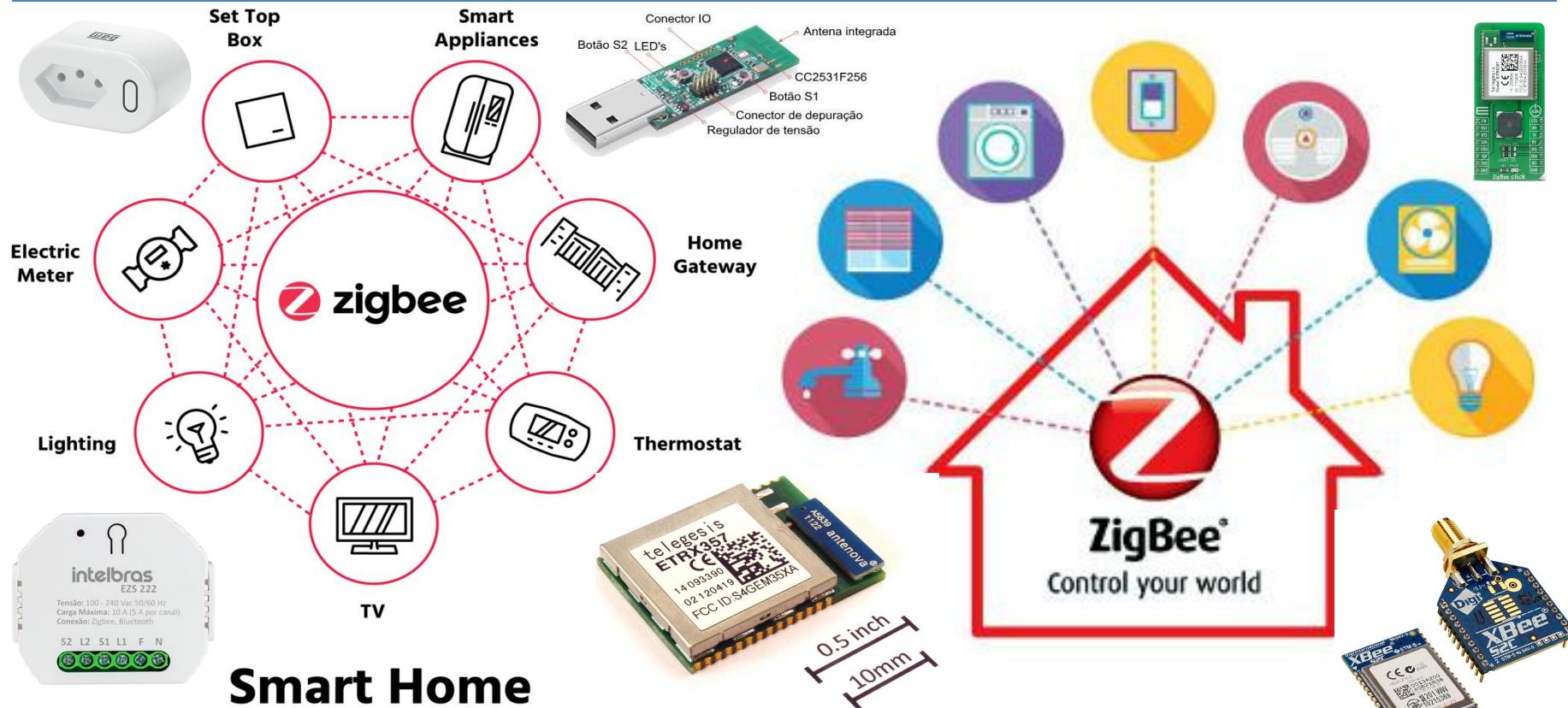


Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



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



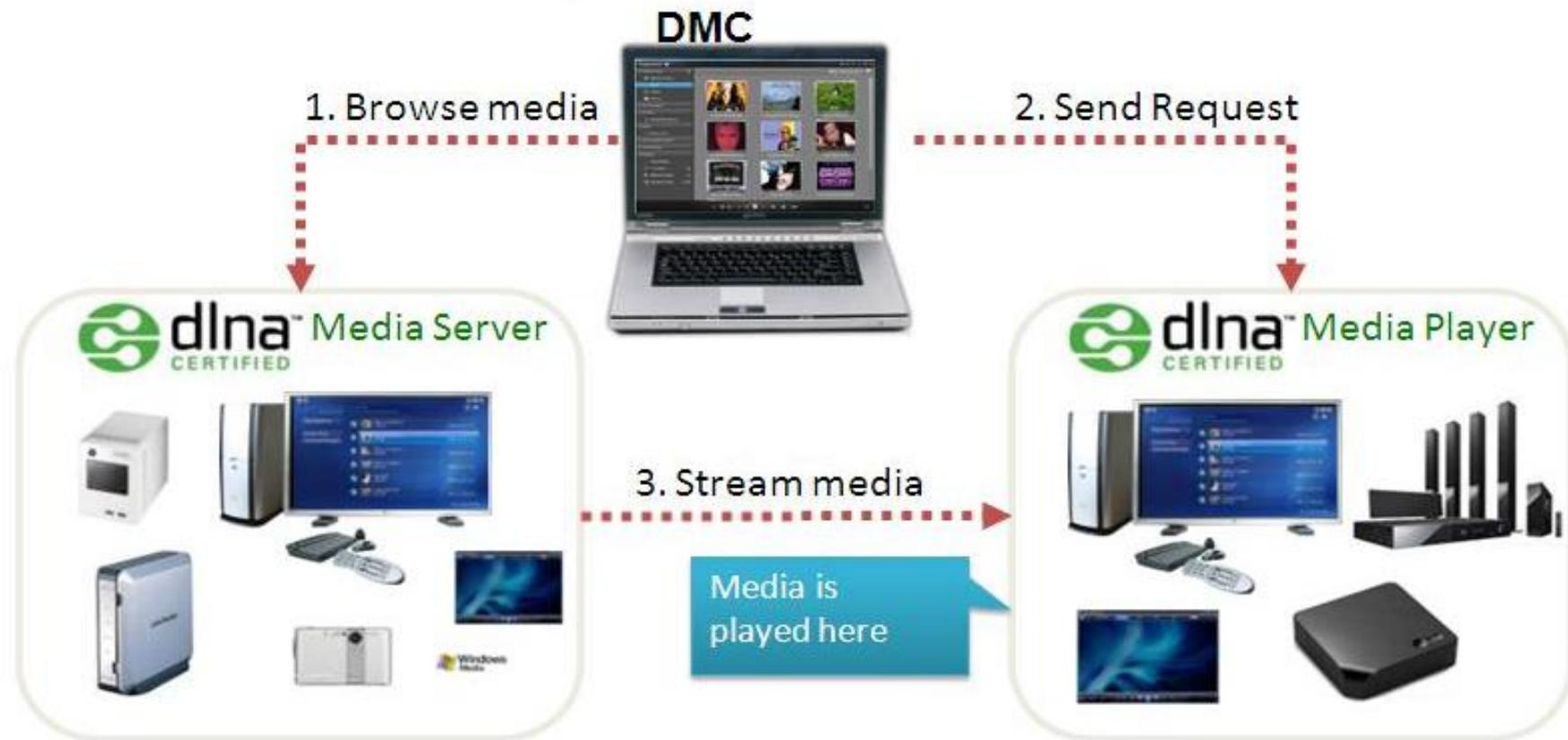
Fonte: <https://www.comunicacionesinalambricashoy.com/zigbee-green-power/>

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



DLNA (Digital Living Network Alliance - 30mts)

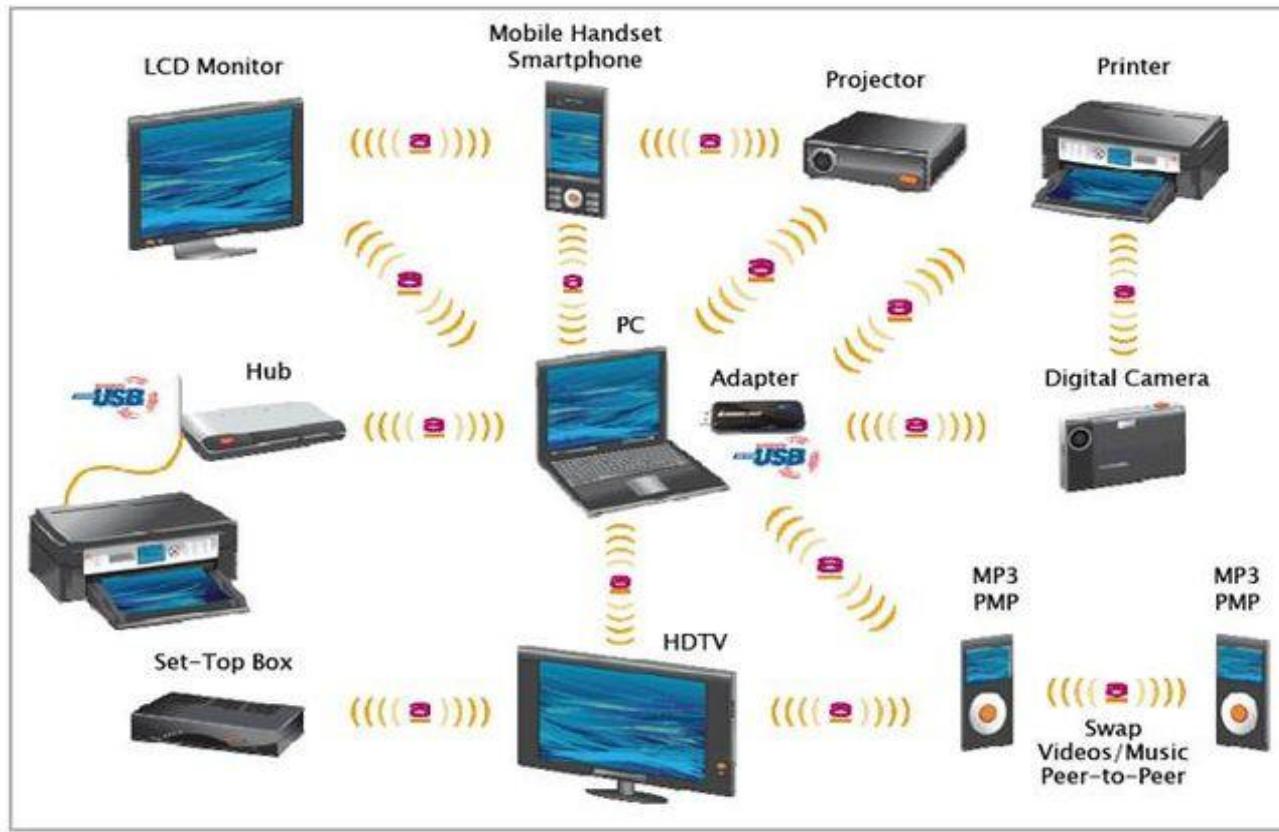


Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



IrDA (Infrared Data Association - 1.5mts)



Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



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

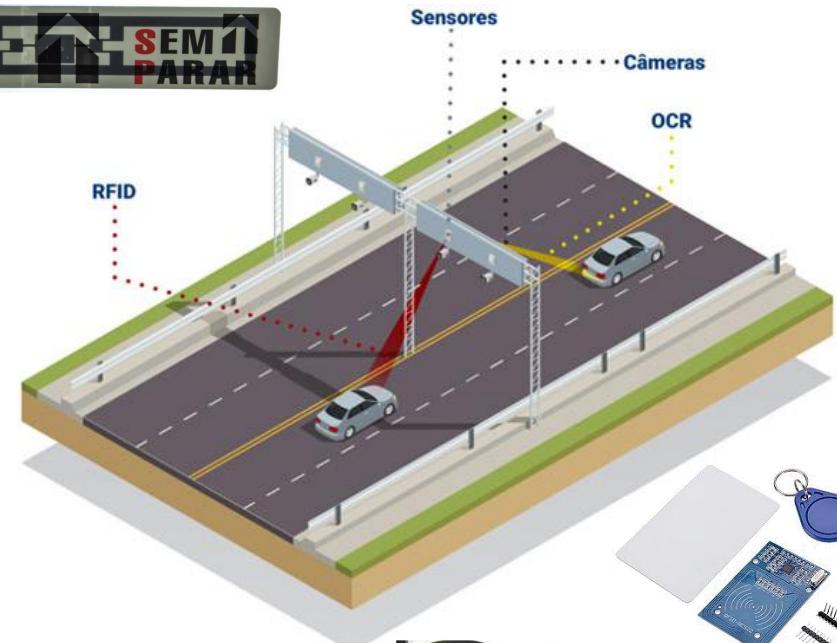
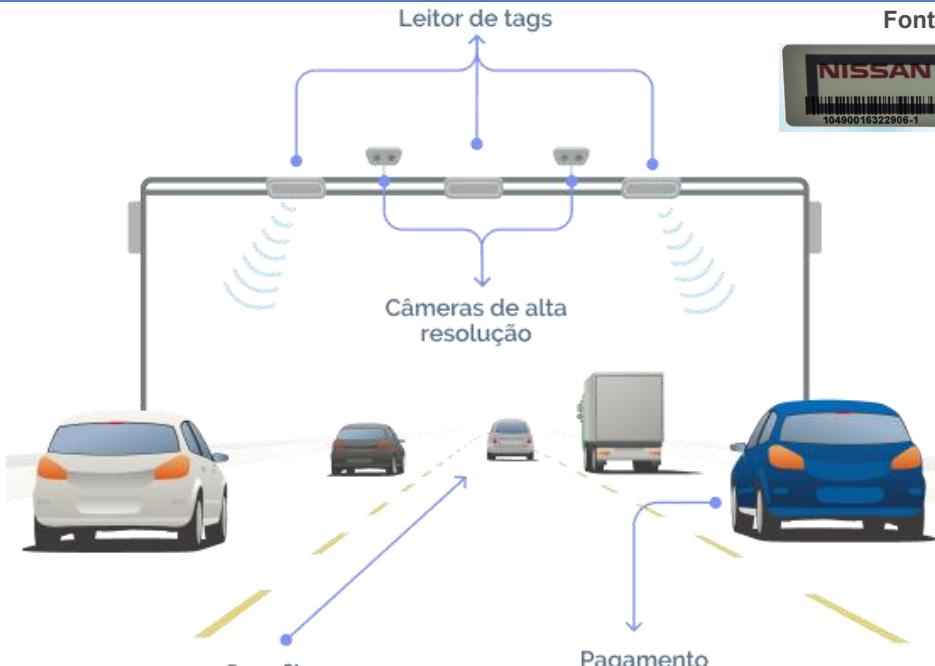


Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



RFID (Radio-Frequency IDentification) - Sem-Parar | Free Flow | Bilhete Único



Fonte: <https://www.monacobr.com.br/blog/81/sistema-de-pedagio-free-flow-o-que-voce-precisa-saber>

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



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

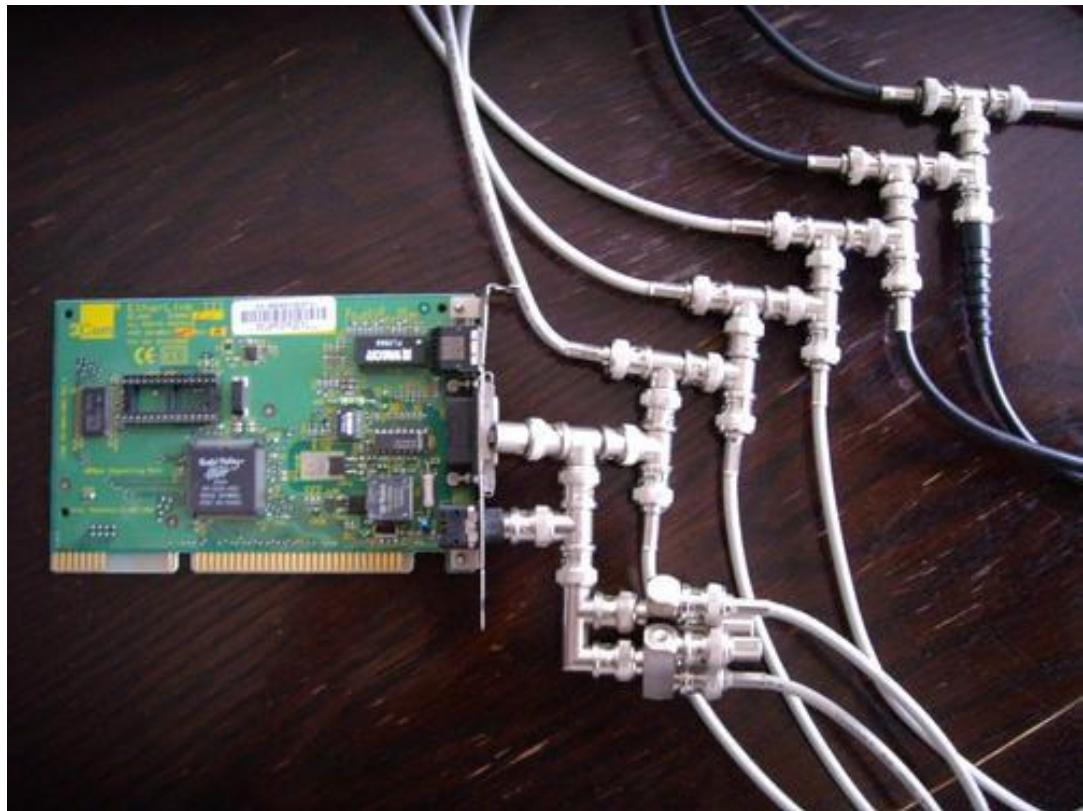


Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

www.procedimentosemti.com.br | 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 | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde