





Conceitos Básicos sobre Infraestrutura de Rede

Introdução à Rede Sem-Fio (Wireless / Wi-Fi)
em Ambientes de Redes de Computadores

Módulo - V

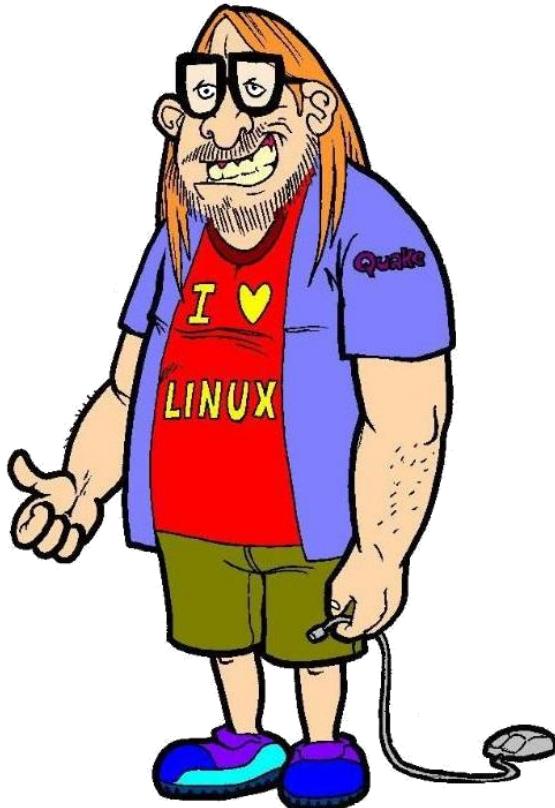
v3.8 - 12/08/2025

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)

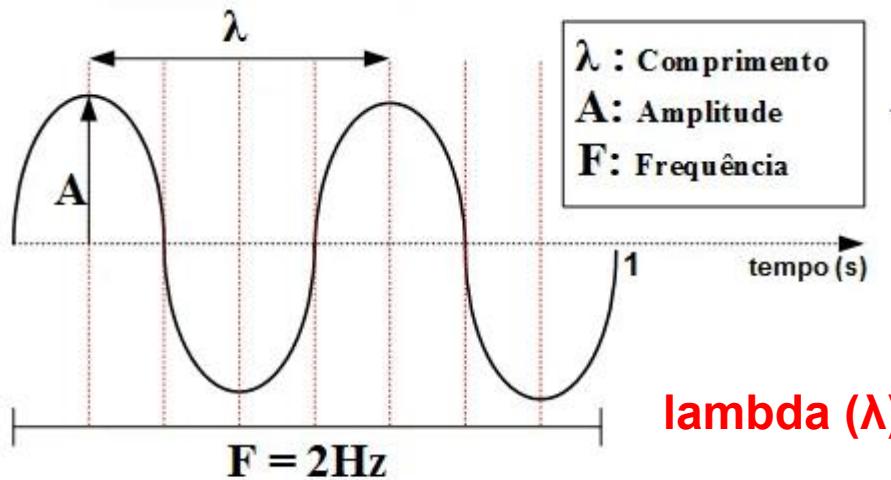
GSM = Global System for Mobile Communications 2G/3G | UMTS = Universal Mobile Telecommunication System - 3G | LTE = Long Term Evolution 4G | LTE Advanced = 4.5G | 5G SA = Standalone | **6G = 2028**

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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

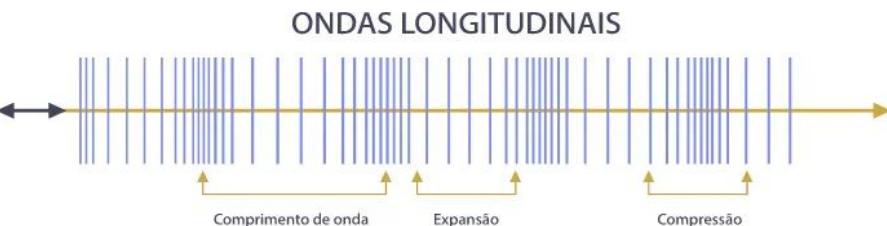


Comprimento de Onda (Grandeza Física - Hertz Hz)

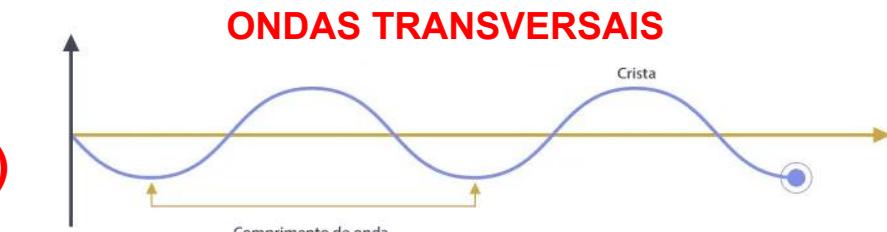


λ : Comprimento
A: Amplitude
F: Frequência

lambda (λ)



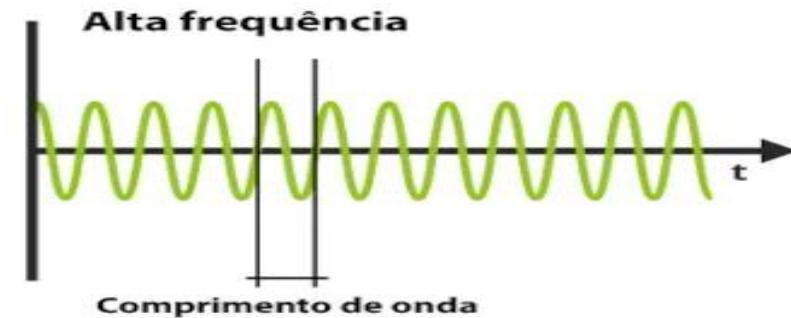
ONDAS LONGITUDINAIS



ONDAS TRANSVERSAIS



Piano Cartesiano



Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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



Tabela Resumida: Características das Ondas e Frequências

Conceito	Definição Resumida	Unidade / Símbolo	Observações Práticas
Comprimento de Onda (λ)	Distância entre dois pontos equivalentes de ciclos consecutivos (ex: crista a crista)	Metro (m)	Quanto maior o comprimento, menor a frequência
Amplitude	Altura máxima da onda em relação à posição de equilíbrio	Metro (m) ou dB (som)	Relacionada à intensidade ou potência da onda
Frequência (f)	Quantidade de ciclos completos por segundo	Hertz (Hz)	Alta frequência → ondas mais curtas; baixa frequência → ondas mais longas
Onda Longitudinal	Oscilação paralela à direção de propagação	-	Som no ar, ondas sísmicas P
Onda Transversal	Oscilação perpendicular à direção de propagação	-	Luz, ondas de rádio, Wi-Fi
Baixa Frequência	Menos ciclos por segundo, comprimentos de onda longos	Hz a kHz	Melhor alcance e penetração, menor capacidade de transporte de dados
Alta Frequência	Mais ciclos por segundo, comprimentos de onda curtos	MHz a GHz	Menor alcance, maior capacidade de dados, mais sensível a obstáculos

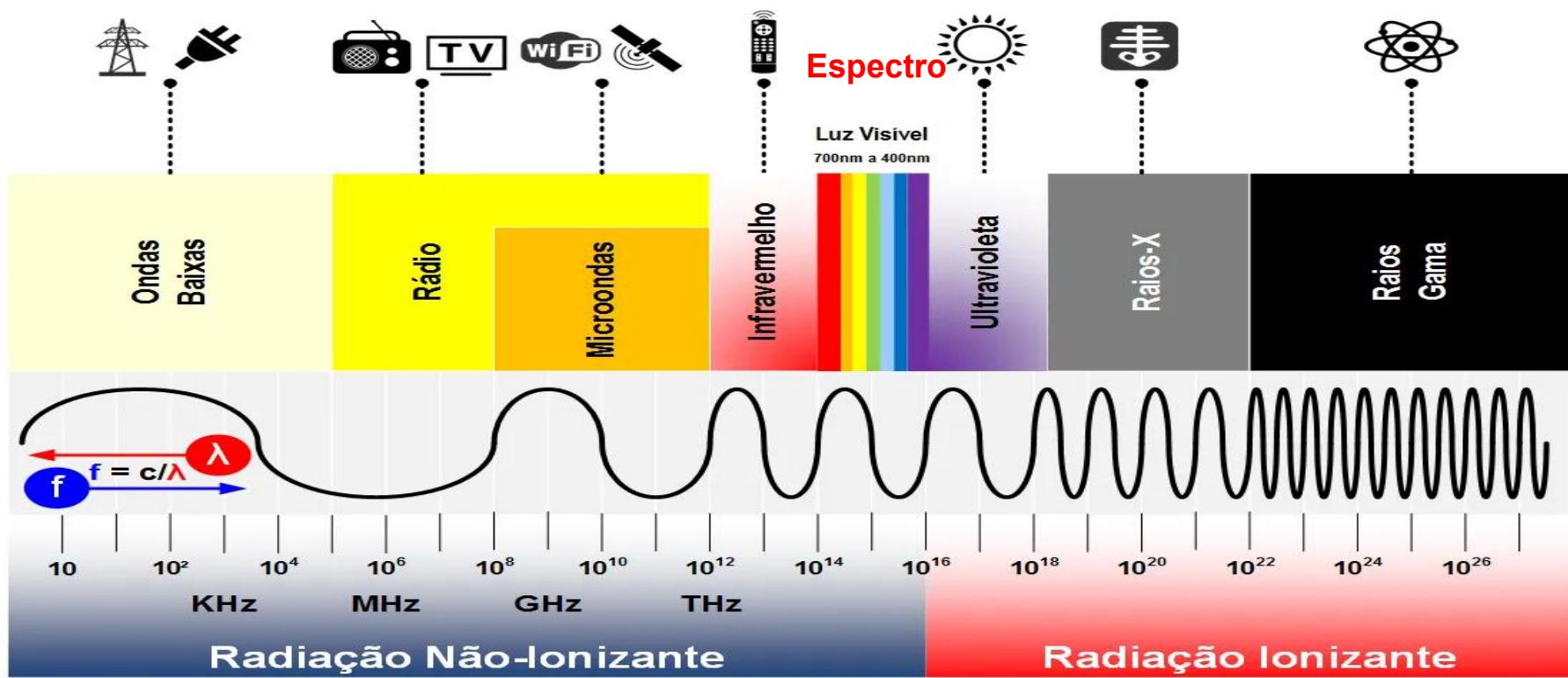
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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)

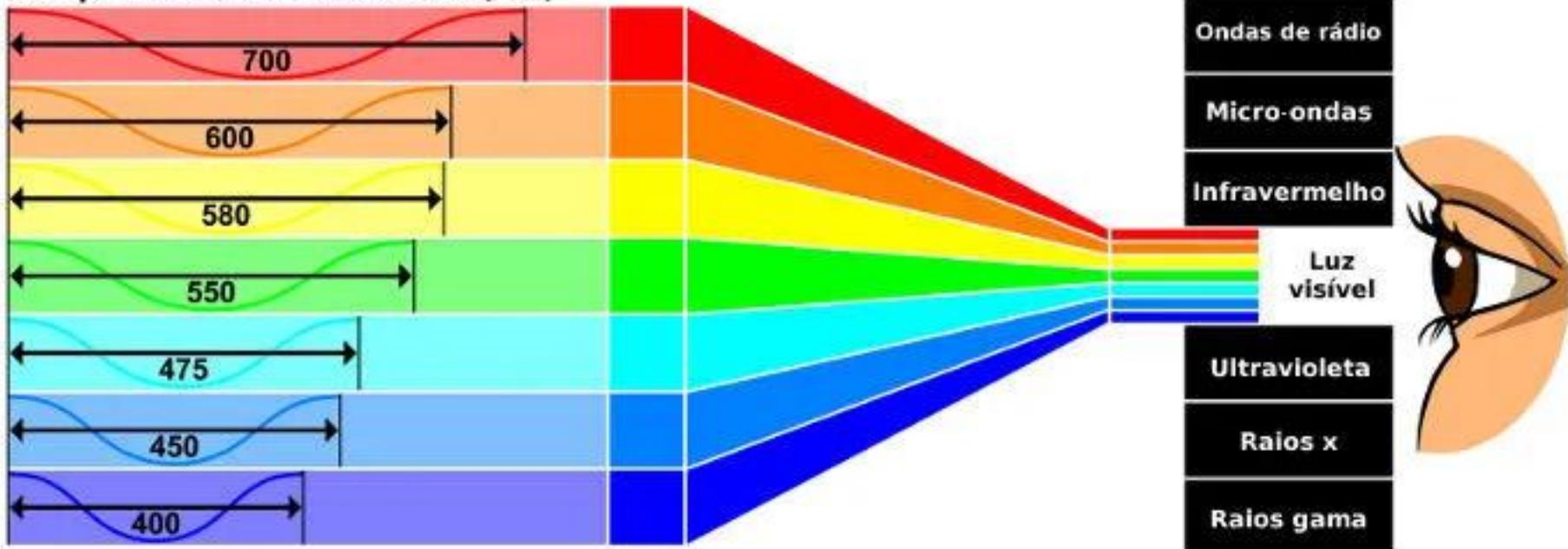
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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



Espectro Eletromagnético Visível (nm = Nanômetro)

Comprimento de onda da luz (nm)



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

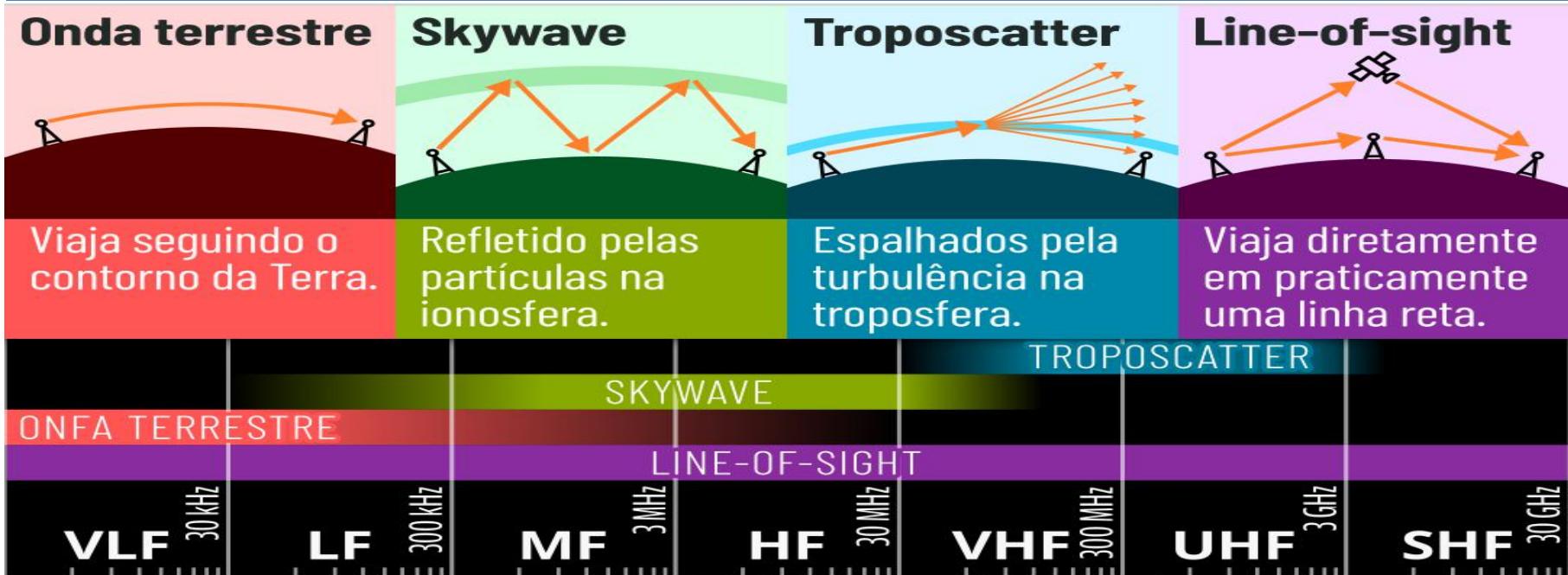
O espectro eletromagnético visível (**Faixa de: 400 THz e 790THz - Comprimento de Onda de: 380 e 780nm**) é a parte do espectro eletromagnético que pode ser percebida pelo **olho humano**. É também conhecido como **Espectro Óptico ou Luz Visível**.

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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



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



Tabela Resumida: Espectro Eletromagnético – Faixas, Frequências e Aplicações

Faixa / Tipo de Onda	Frequência típica	Comprimento de onda aproximado	Principais usos e exemplos
Ondas baixas / ELF-VLF	< 3 kHz	> 100 km	Comunicação submarina, sinais de baixa frequência
Rádio AM	530 kHz – 1,7 MHz	~ 566 m – 176 m	Radiodifusão AM, comunicações marítimas
Rádio FM / VHF	88 – 108 MHz	~ 3,4 m – 2,78 m	Rádio FM, TV analógica VHF
UHF / TV digital	300 MHz – 3 GHz	~ 1 m – 10 cm	TV digital, celular 4G, Wi-Fi 2.4 GHz
Micro-ondas	1 GHz – 300 GHz	~ 30 cm – 1 mm	Wi-Fi 5 GHz, Wi-Fi 6E 6 GHz, radar, fornos micro-ondas
Infravermelho (IR)	300 GHz – 430 THz	~ 1 mm – 700 nm	Controles remotos, sensores, comunicações ópticas
Luz visível	430 THz – 770 THz	~ 700 nm – 390 nm	Iluminação, visão humana, fibras ópticas
Ultravioleta (UV)	770 THz – 30 PHz	~ 390 nm – 10 nm	Esterilização, luz negra, análise química
Raios X	30 PHz – 30 EHz	~ 10 nm – 0,01 nm	Medicina diagnóstica, segurança aeroportuária
Raios gama	> 30 EHz	< 0,01 nm	Medicina nuclear, radioatividade, pesquisa científica

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

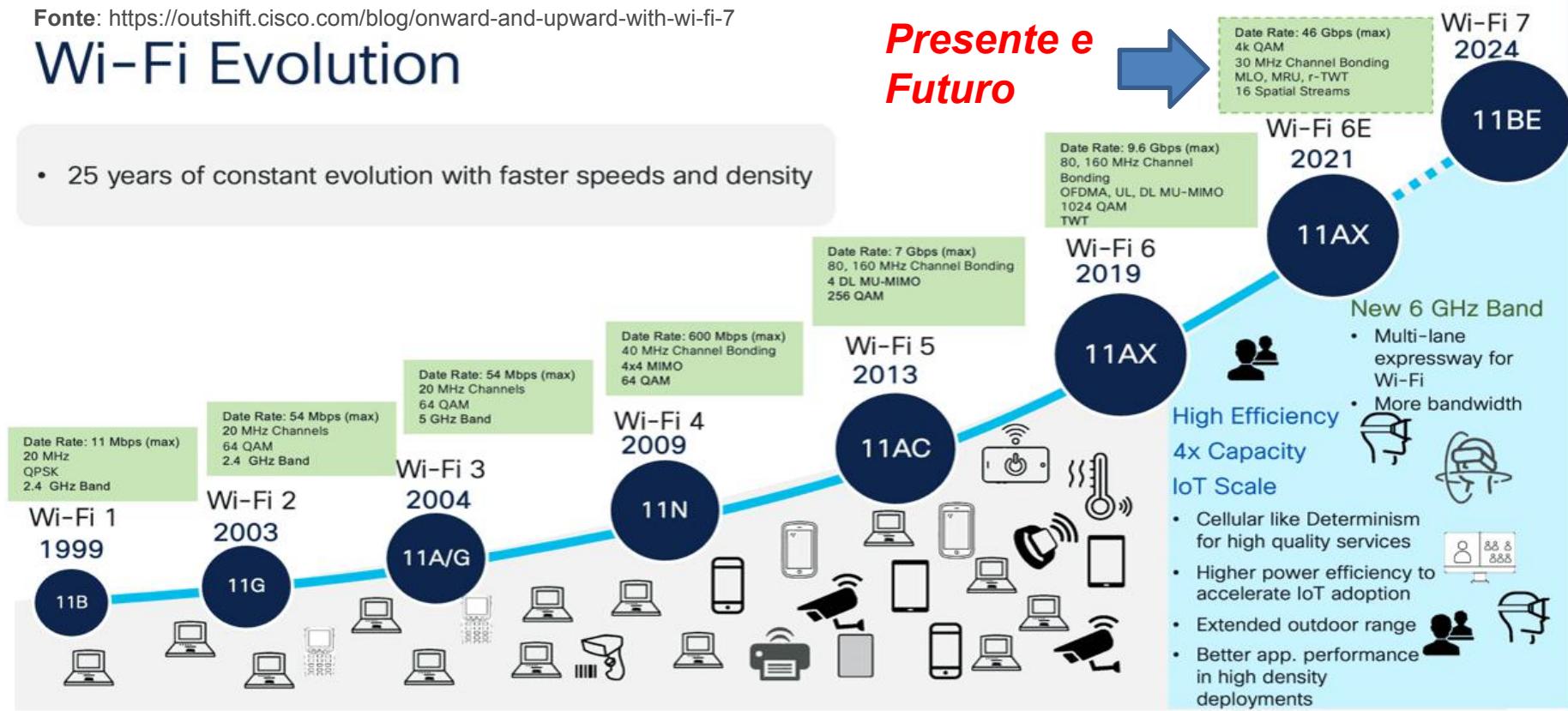


Evolução do IEEE 802.11 (Institute of Electrical and Electronics Engineers - Wi-Fi / Wireless / Sem-Fio) Residencial ou Corporativa

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

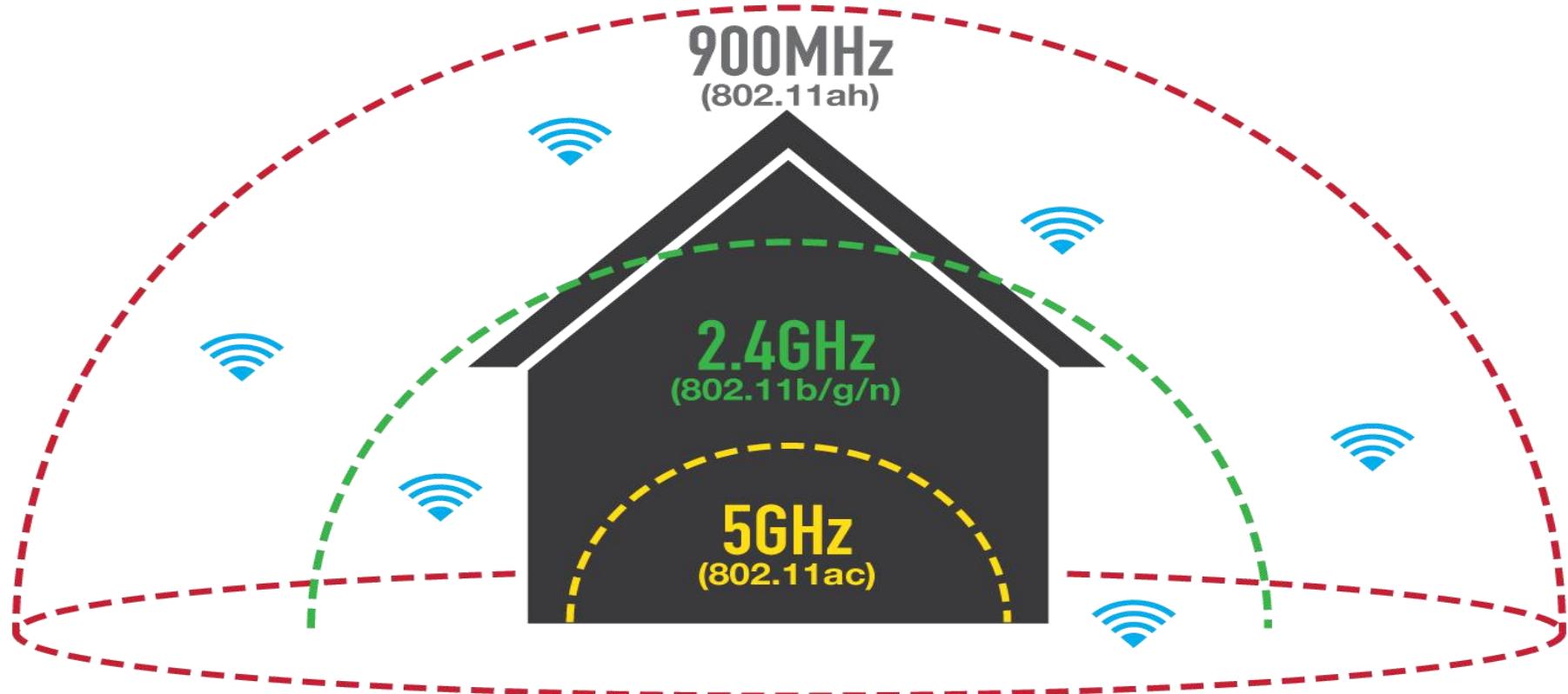


Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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)



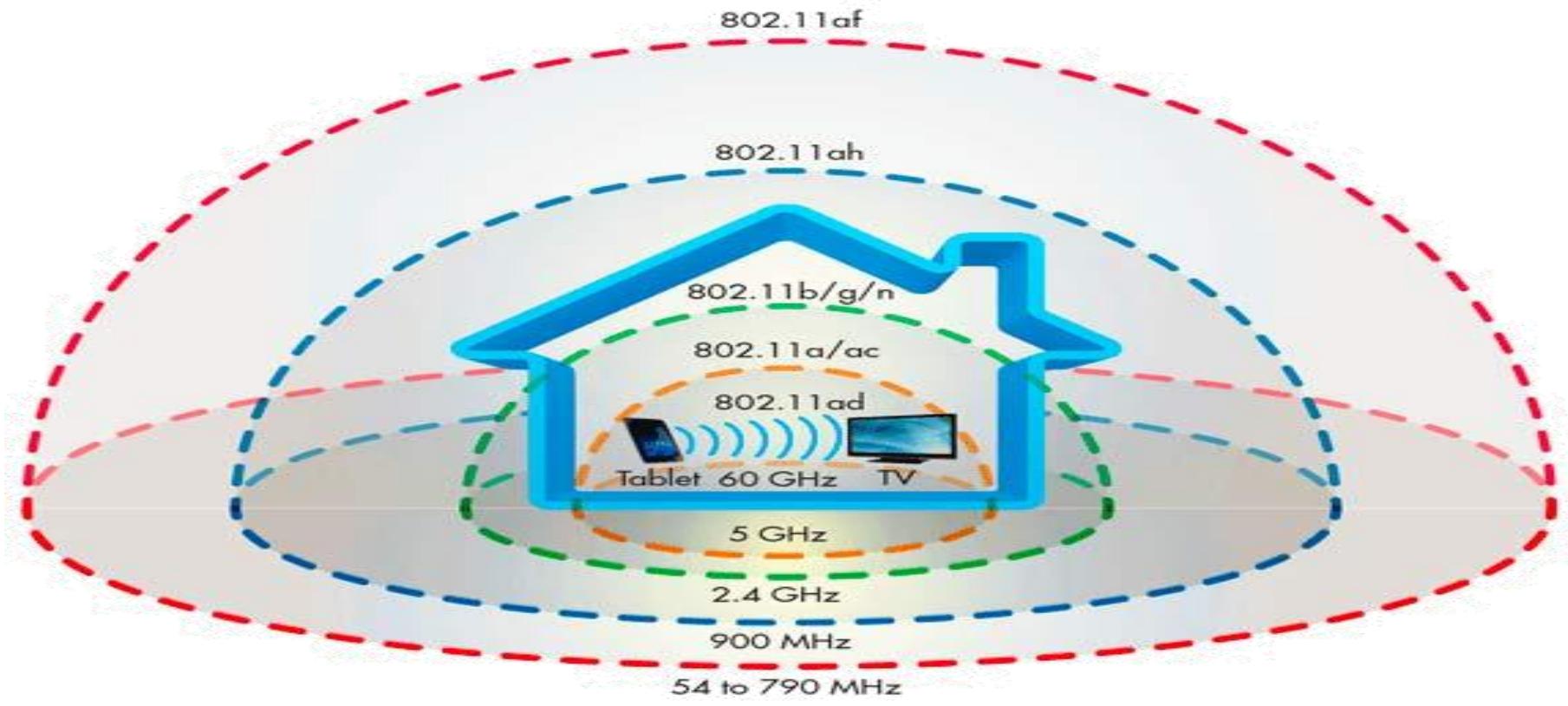
Fonte: <https://www.sordum.net/62131/2-4-ghz-ve-5-ghz-wifi-sinyalleri-arasindaki-farklar/>

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*** (aprox)	
			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**

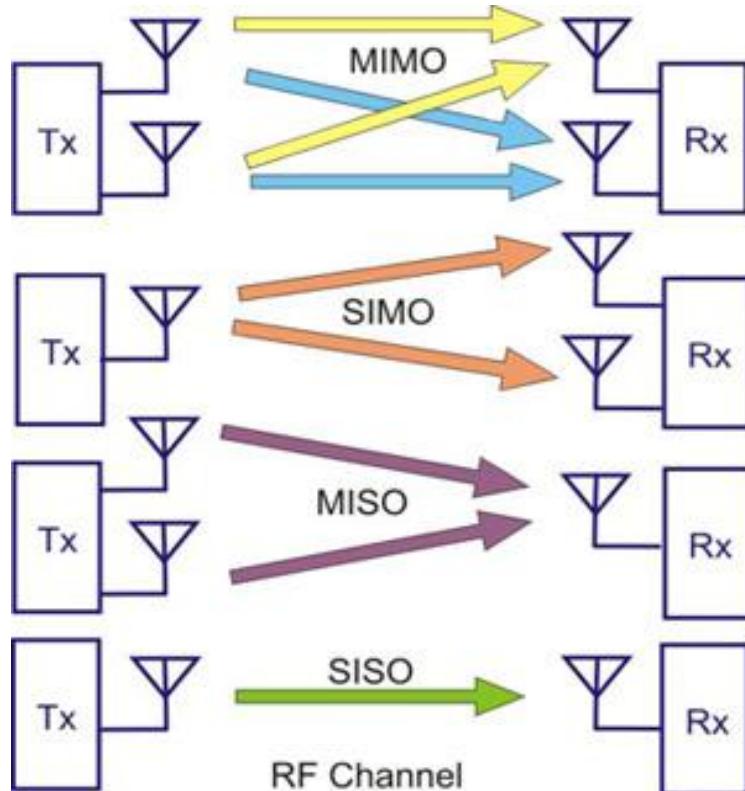
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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!!!

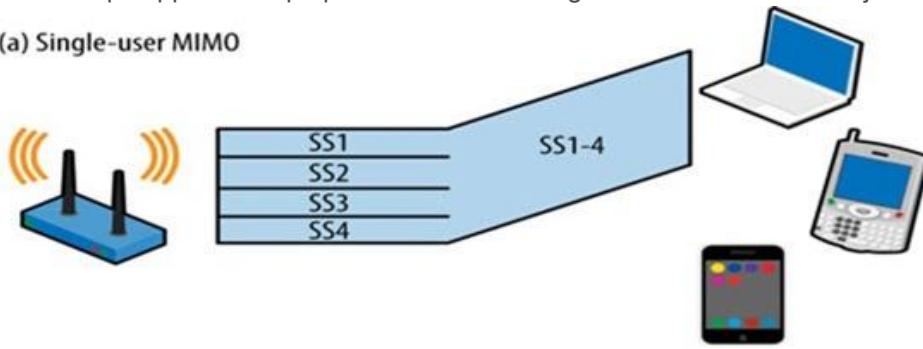
www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



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

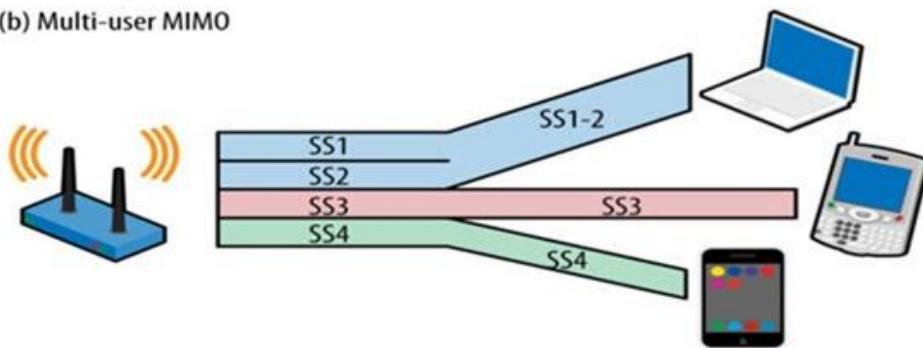
Fonte: <https://pplware.sapo.pt/tutoriais/networking/mu-mimo-o-seu-router-ja-suporta-esta-tecnologia/>

(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)

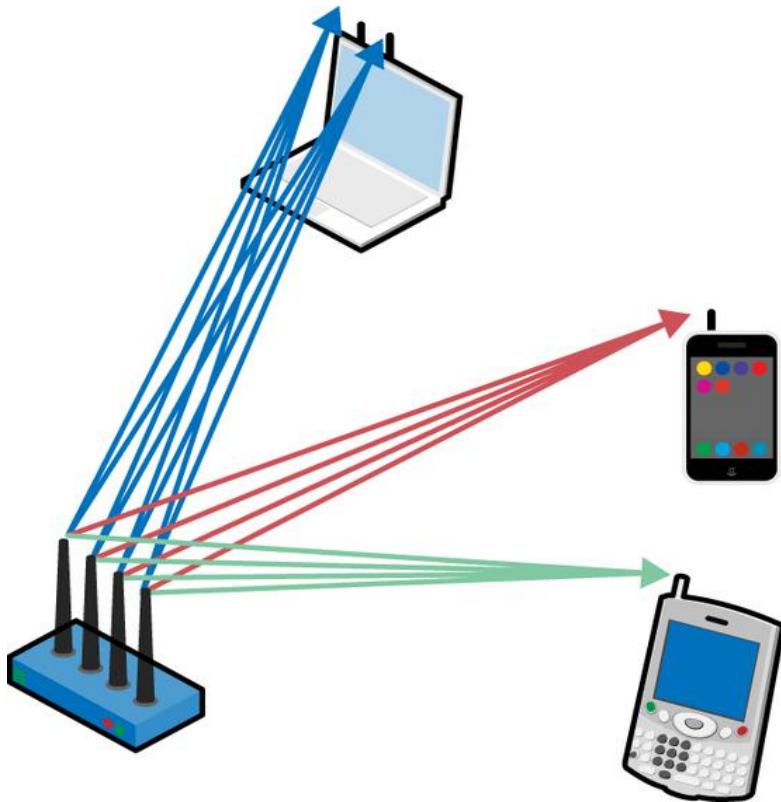
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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:

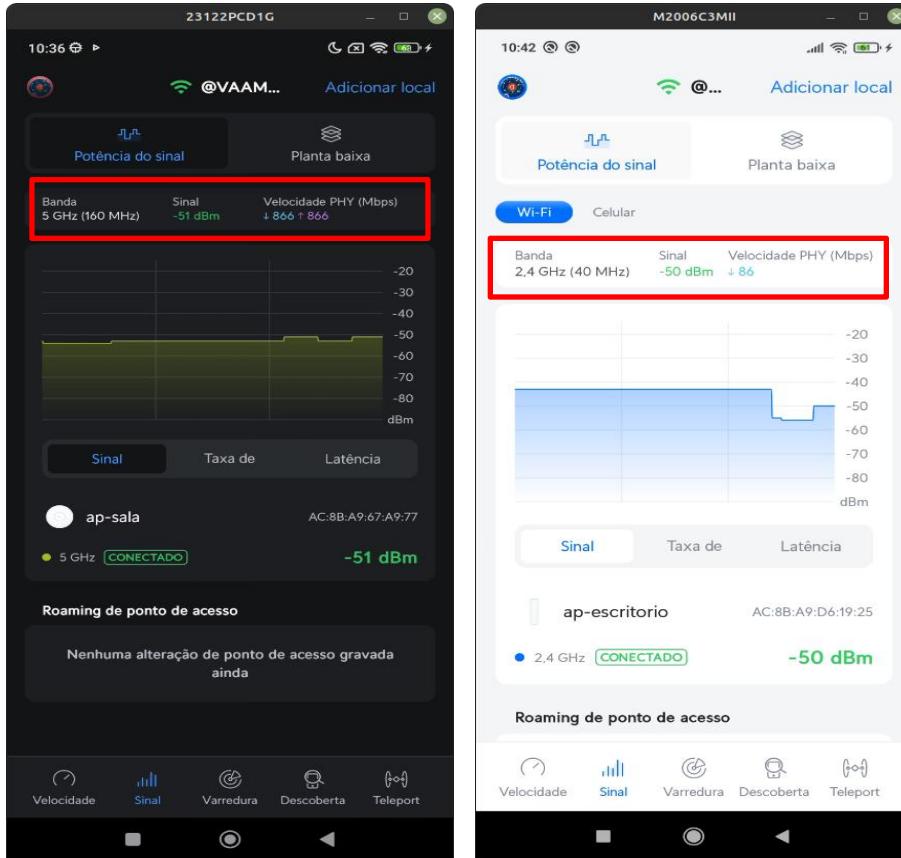
Um sistema **MIMO-OFDM 2x2** indica que há duas antenas transmissoras e duas antenas receptoras atuando no modo OFDM (ou SM), ou seja, cada uma transmite dados diferentes, aumentando a velocidade. Assim, ele poderia ser descrito como **2x2:2**. Em um sistema **3x3:3**, haveriam três antenas de transmissão,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



PHY (Physical Layer ou Camada Física - Layer 1 e 2)



O que é o **PHY no Wi-Fi**: É o conjunto de padrões e parâmetros físicos que determinam como o rádio transmite e recebe os dados.

Inclui:

- Frequência utilizada** (2.4 GHz, 5 GHz, 6 GHz, etc.);
- Modulação** (OFDM, DSSS, QAM, etc.)
- Largura de canal** (20, 40, 80, 160 MHz...)
- Potência de transmissão**
- Velocidade máxima teórica** (taxa PHY, em Mbps ou Gbps)

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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



Tabela Resumida: PHY (Physical Layer ou Camada Física - Layer 1 e 2)

Padrão Wi-Fi	Nome	Bandas	Largura de canal máxima	Modulação máxima	Taxa PHY máxima teórica*	Observações
802.11b (1999)	Wi-Fi 1	2.4 GHz	22 MHz	DSSS / CCK	11 Mbps	Alta compatibilidade, alcance longo, mas muito lento
802.11a (1999)	Wi-Fi 2	5 GHz	20 MHz	OFDM	54 Mbps	Primeira versão no 5 GHz
802.11g (2003)	Wi-Fi 3	2.4 GHz	20 MHz	OFDM	54 Mbps	Compatível com 11b
802.11n (2009)	Wi-Fi 4	2.4 / 5 GHz	40 MHz	64-QAM	600 Mbps (4x4 MIMO)	Introduziu MIMO
802.11ac (2013)	Wi-Fi 5	5 GHz	160 MHz	256-QAM	6,93 Gbps (8x8 MIMO)	Suporte MU-MIMO (downlink)
802.11ax (2019)	Wi-Fi 6	2.4 / 5 GHz	160 MHz	1024-QAM	9,6 Gbps (8x8 MIMO)	OFDMA, MU-MIMO bidirecional
802.11ax (2021)	Wi-Fi 6E	2.4 / 5 / 6 GHz	160 MHz	1024-QAM	9,6 Gbps (8x8 MIMO)	Banda de 6 GHz liberada
802.11be (2024+)	Wi-Fi 7	2.4 / 5 / 6 GHz	320 MHz	4096-QAM	> 46 Gbps (16x16 MIMO)	Multi-Link Operation, baixa latência

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), μ s (microsegundo), GI (Guard Interval)

						OFDM (Prior 11ax)								
MCS Index				Spatial Stream	Modulation	Coding	20MHz		40MHz		80MHz		160MHz	
HT	VHT	HE	EHT				0.8 μ s GI	0.4 μ s GI	0.8 μ s GI	0.4 μ s GI	0.8 μ s GI	0.4 μ s GI	0.8 μ s GI	0.4 μ s 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

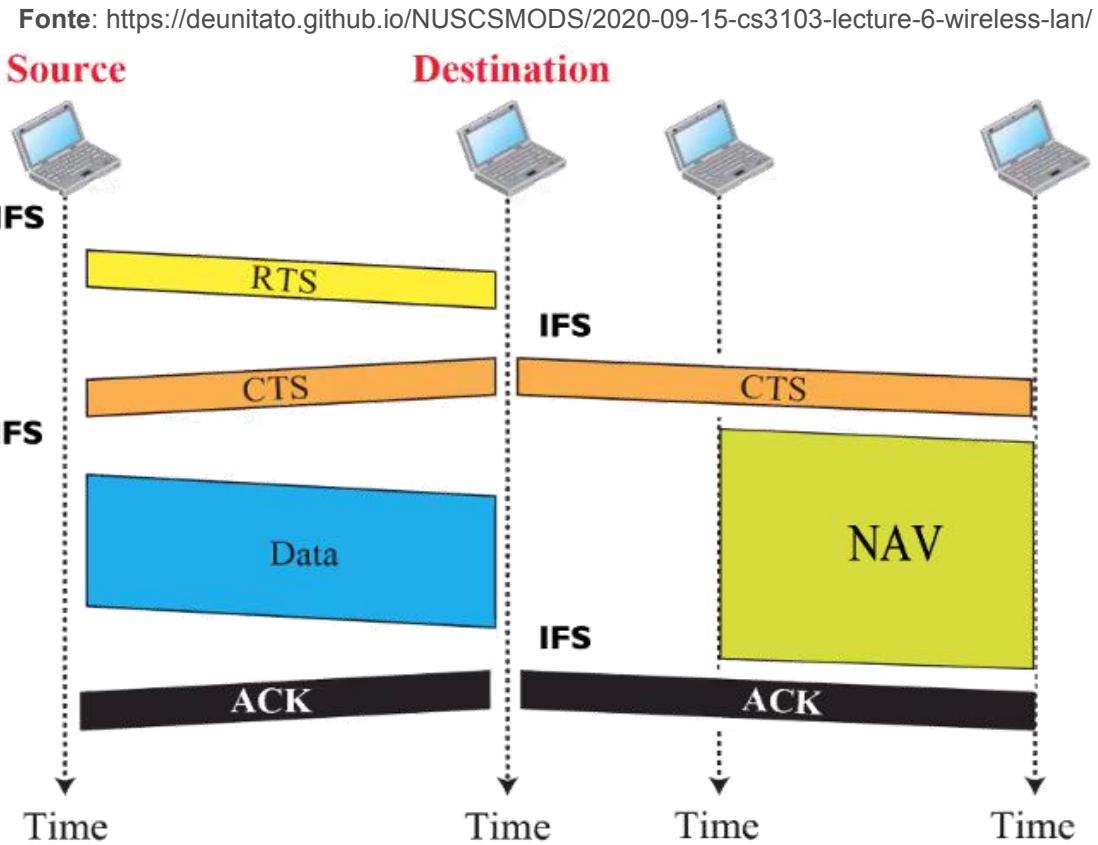
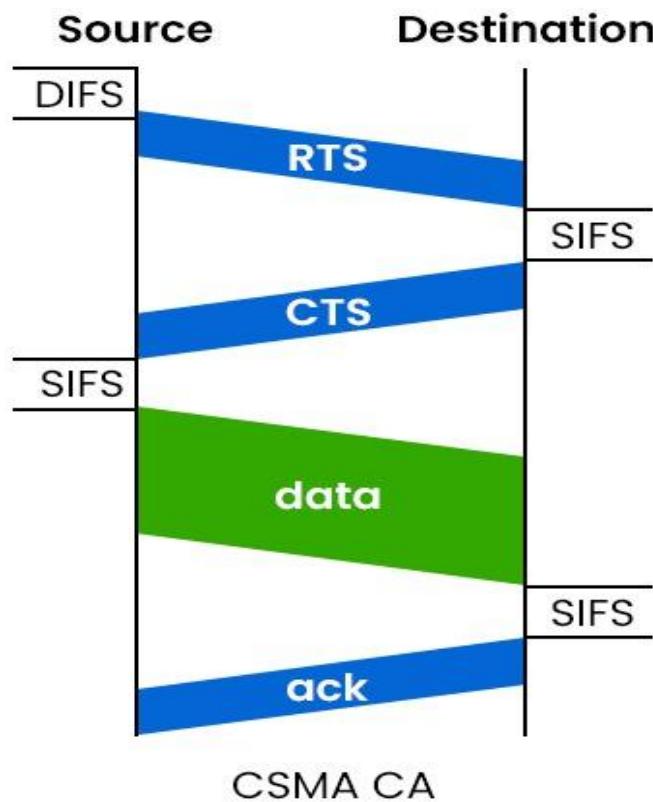
Fonte: <https://mcsindex.net/> - MCS dos Wi-Fi4, Wi-Fi5, Wi-Fi6 e Wi-Fi7

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/>

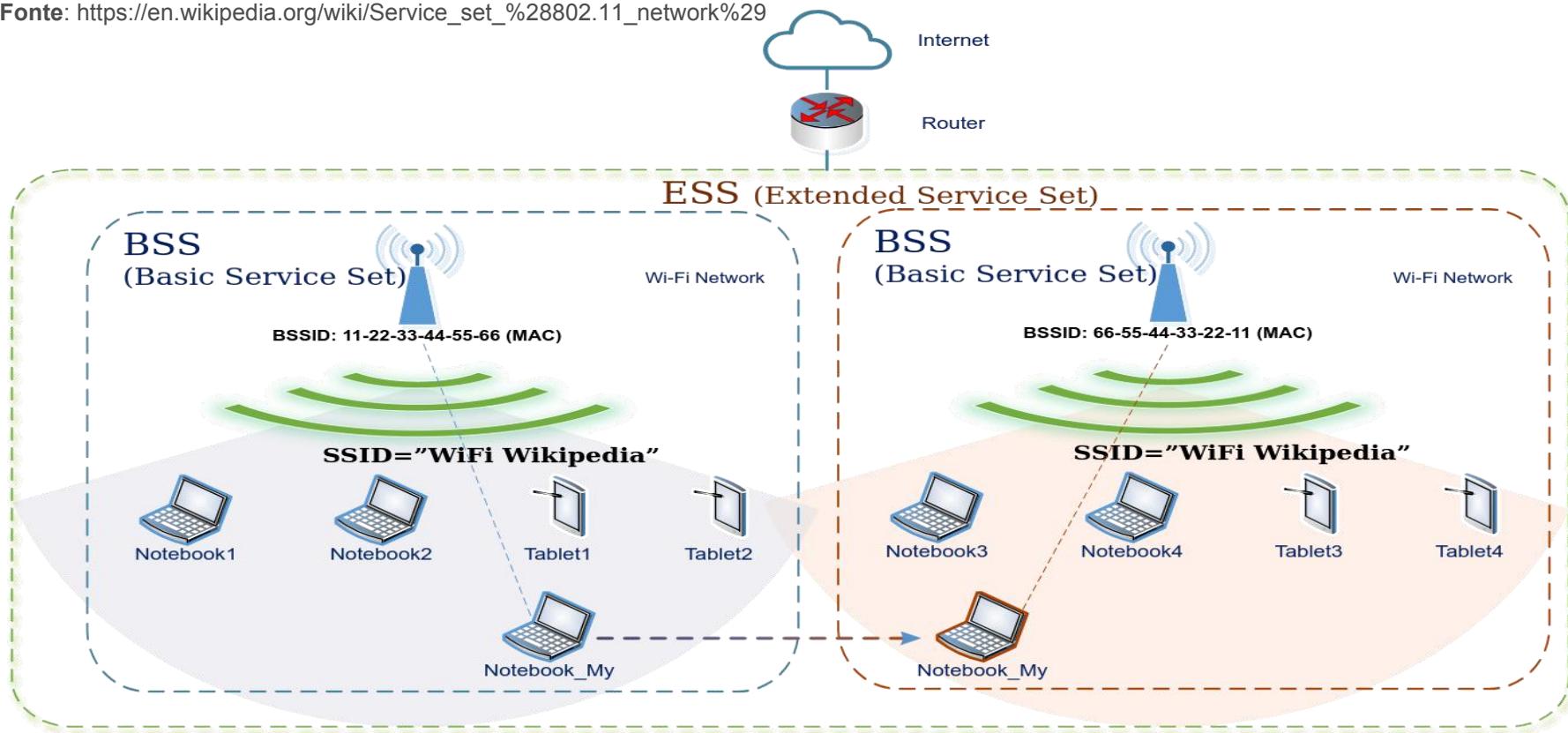
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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



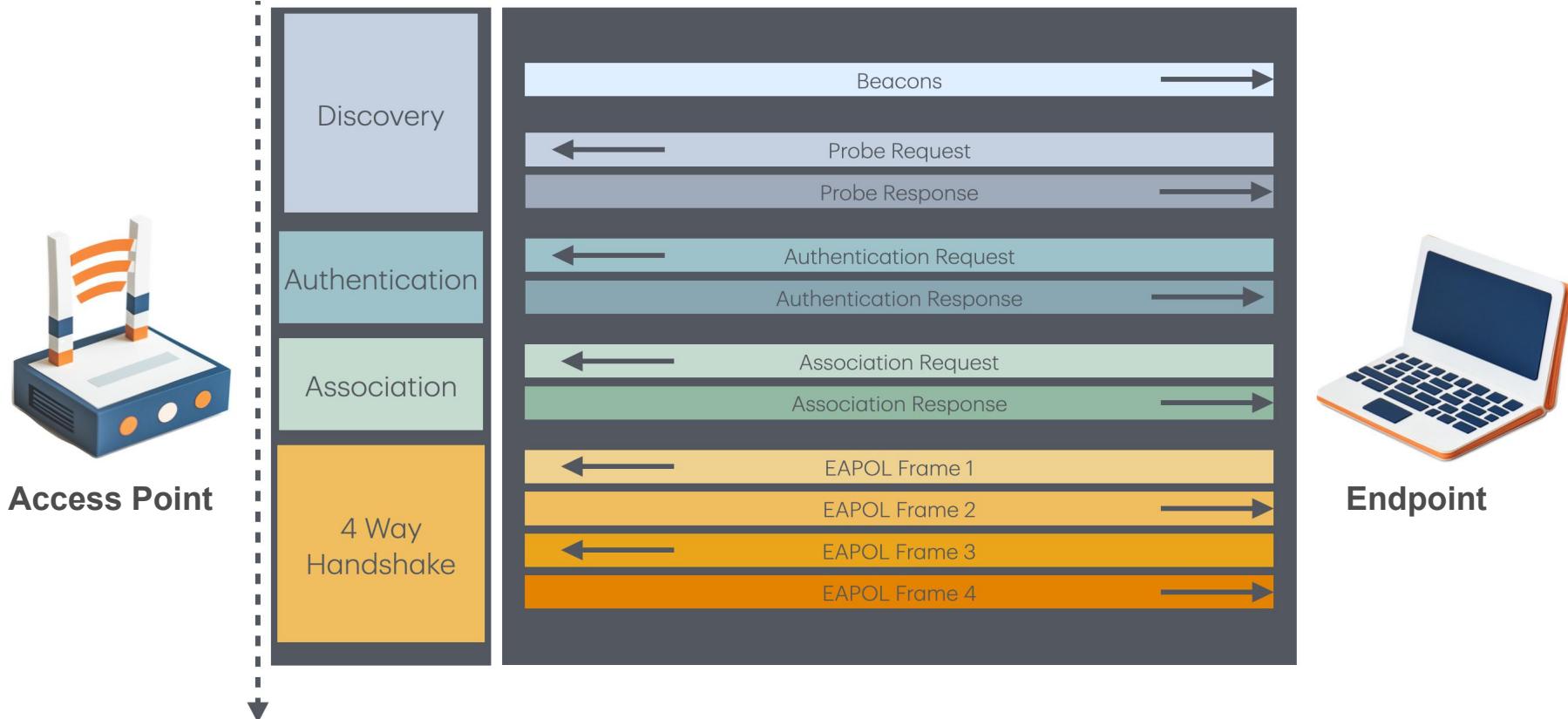
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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

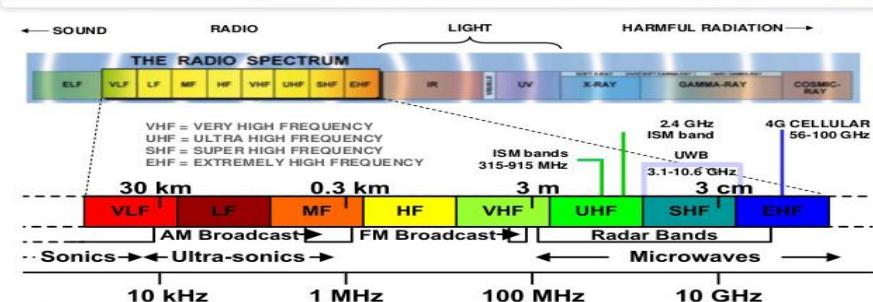
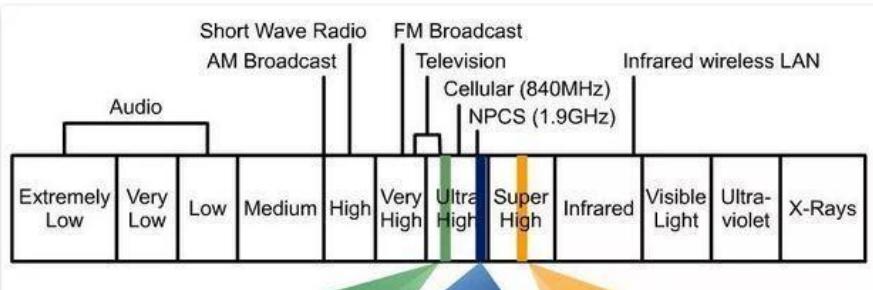
Modo de Operação	Descrição Resumida	Aplicações Comuns
Wireless Router Mode	Atua como roteador principal. Conecta à Internet via PPPoE, DHCP, IP Estático, PPTP ou L2TP.	Compartilhamento de conexão com LAN e Wi-Fi
Access Point (AP) Mode	Transforma o roteador em ponto de acesso para expandir a cobertura da rede via cabo Ethernet.	Expansão de rede com backhaul cabeados
Repeater Mode	Repetidor Wi-Fi. Replica o sinal de uma rede existente sem fio para ampliar a cobertura.	Ambientes com sinal fraco ou zonas mortas
Bridge Mode	Conecta duas redes separadas usando a mesma ou diferente SSID. Cria uma ponte entre redes LAN/WLAN.	Separação de tráfego entre grupos de usuários
Client Mode	Conecta o roteador a outro Wi-Fi e envia Internet para dispositivos cabeados.	Adicionar conectividade Wi-Fi a PCs/switches
AP Client Router Mode	Roteador cliente Wi-Fi. Conecta-se a uma rede sem fio e compartilha via cabo para múltiplos dispositivos.	Compartilhamento sem fio para clientes cabeados
WISP Mode	Modo usado em provedores sem fio. Conecta-se a uma torre WISP como cliente e cria uma rede local própria.	Redes de provedores Wireless (ISP) comunitários
Mesh Node Mode	Opera como nó em uma rede Mesh. Sincroniza automaticamente com roteador principal.	Cobertura Wi-Fi contínua e inteligente
Range Extender Mode	Similar ao repetidor, mas pode ter suporte dual-band e gerenciamento de canal para melhor desempenho.	Ampliação de sinal sem fio com mais eficiência
Hotspot Gateway Mode	Cria uma rede Wi-Fi com autenticação para usuários.	Ambientes públicos, comerciais e educacionais

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

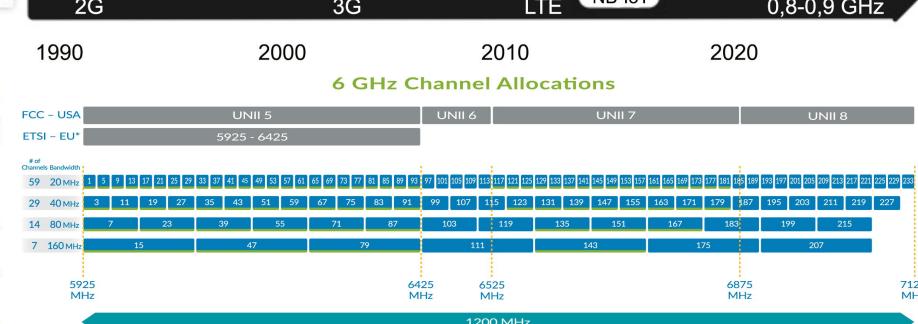
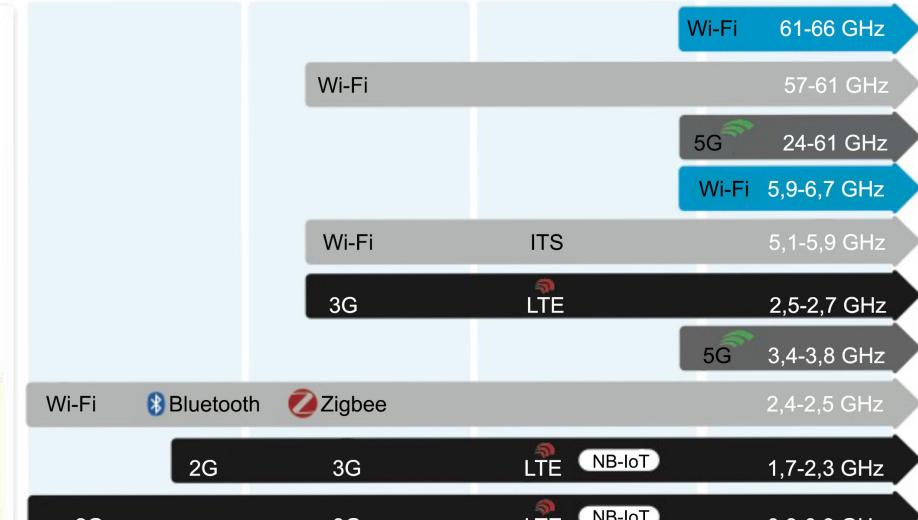
www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



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)

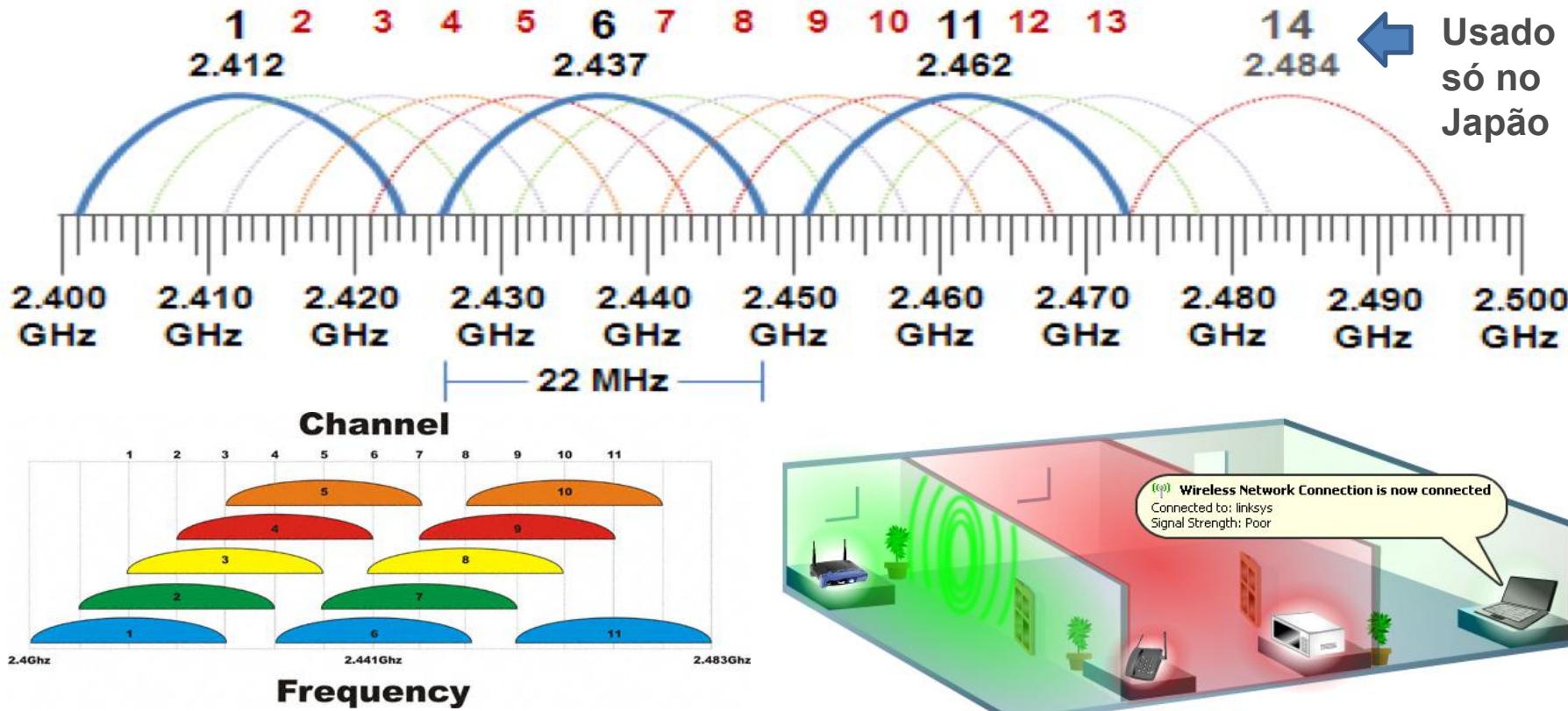


ISM = Industrial, Scientific and Medical
UWB = Ultra Wide Band





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!!!

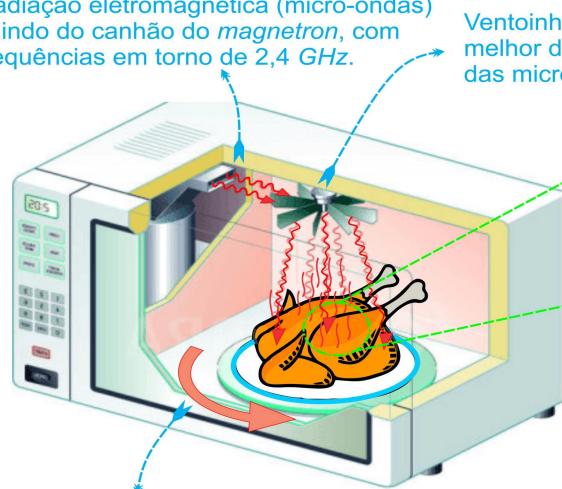
www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



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

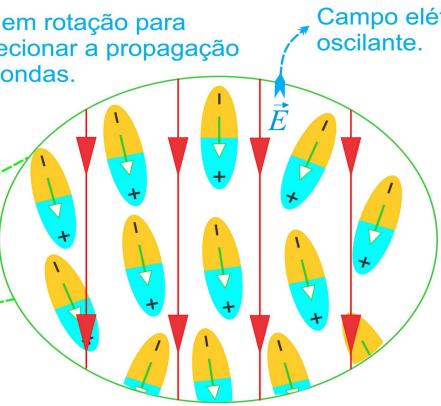
Fonte: <https://imirante.com/oestadoma/noticias/2021/04/01/a-fisica-na-cozinha-forno-de-micro-ondas>

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

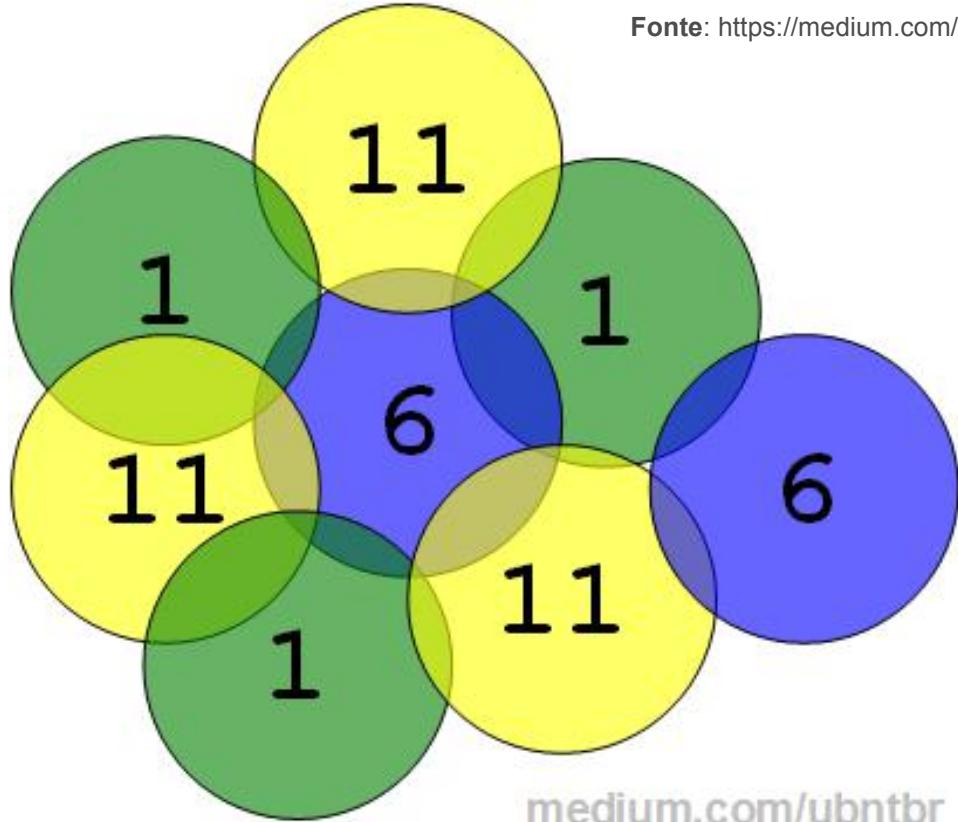
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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



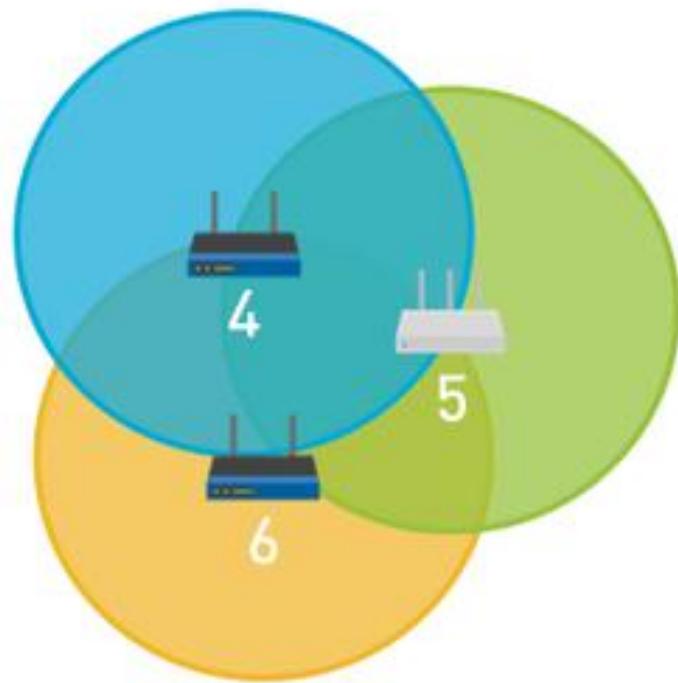
Criação de Células de Conexão de Rede Sem-Fio 2.4GHz utilizando canais diferentes para cada Access Point (3 Canais de 20MHz sem Interferência/Sobreposição)

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



medium.com/ubntbr

Adjacent-Channel



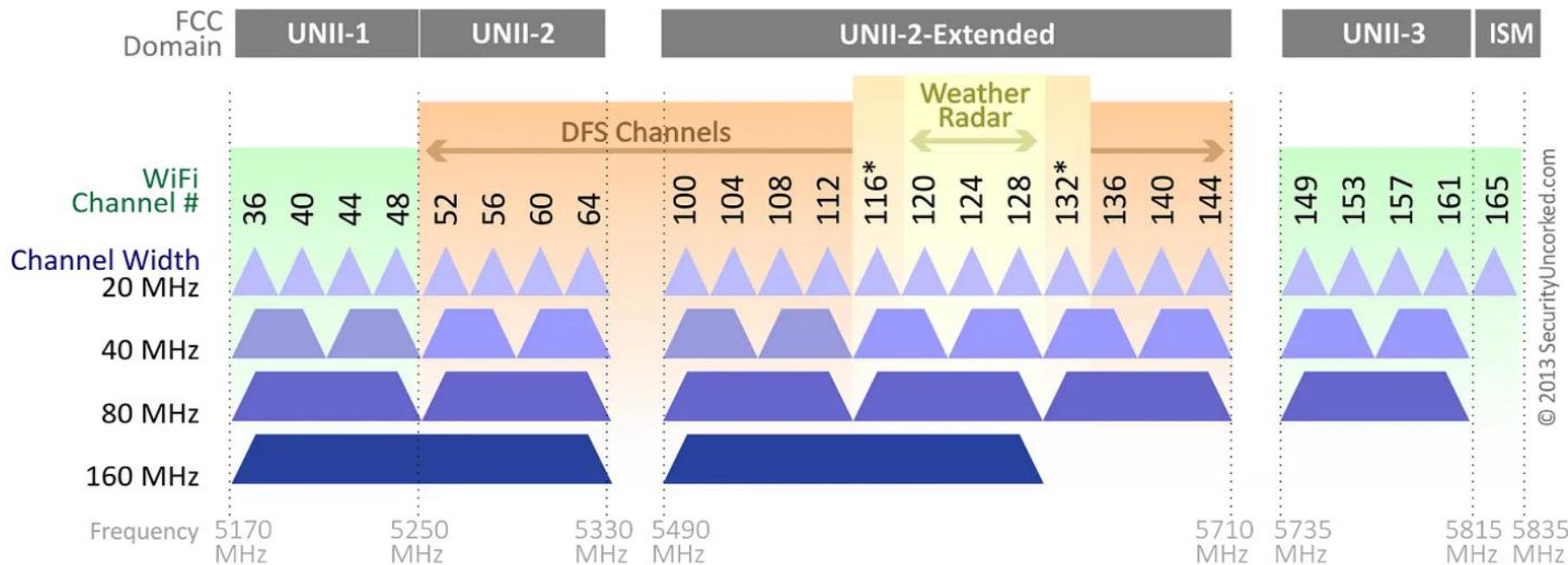
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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>

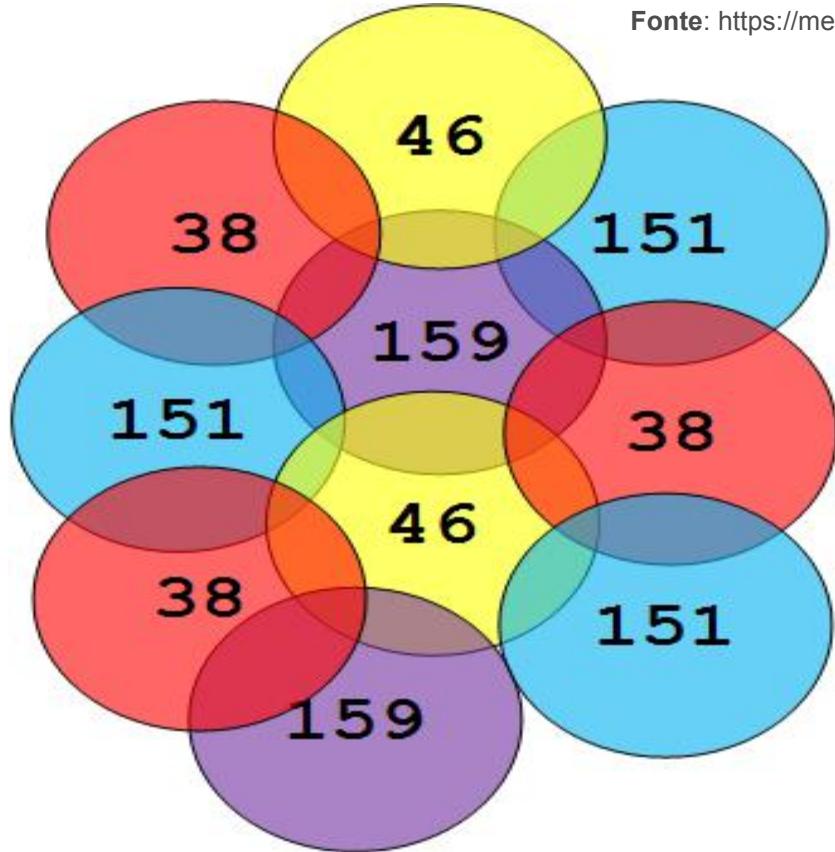
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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>

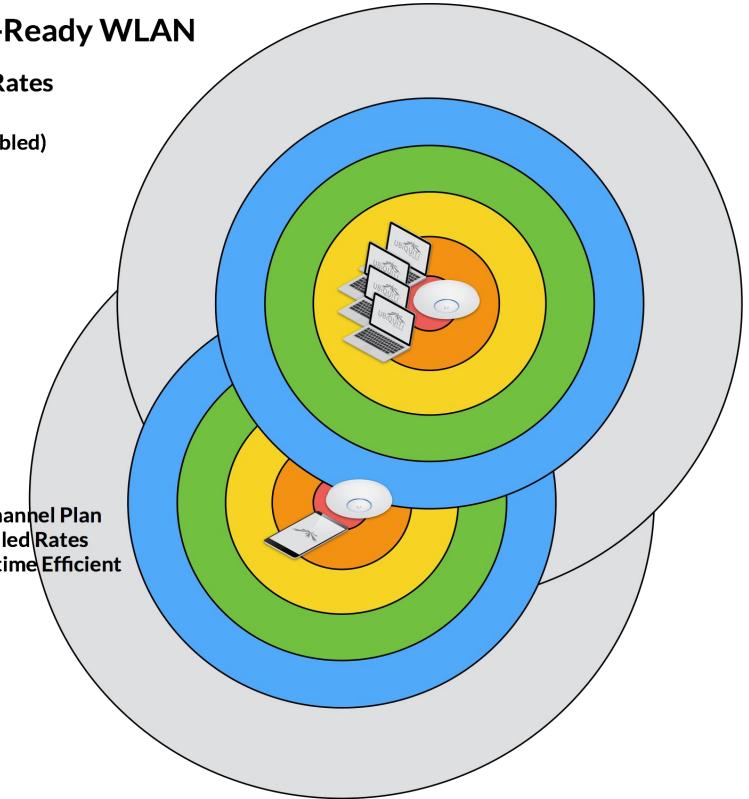


802.11ac VHT-Ready WLAN

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



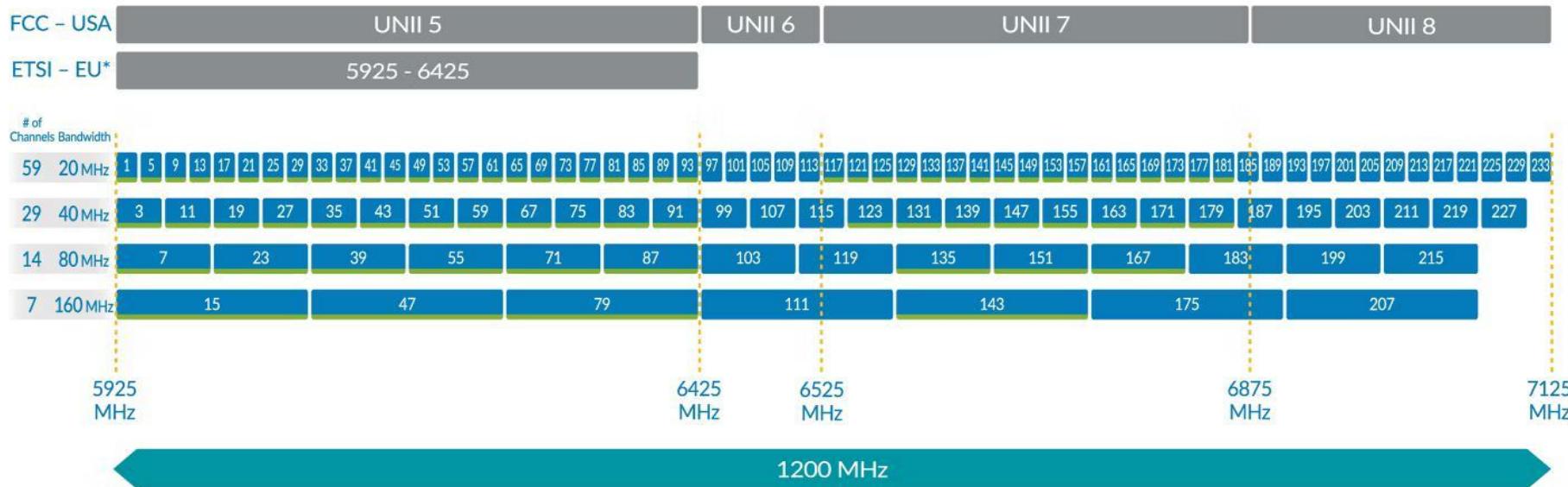
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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



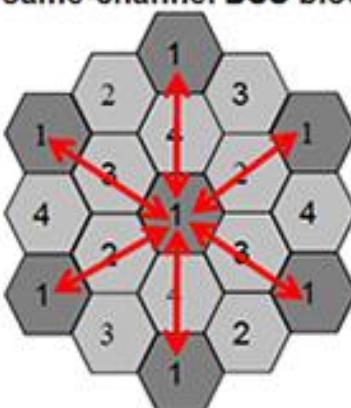


Criação de Células de Conexão de Rede Sem-Fio 6.0GHz utilizando canais diferentes para cada Access Point (59 Canais de 20MHz sem Interferência/Sobreposição)

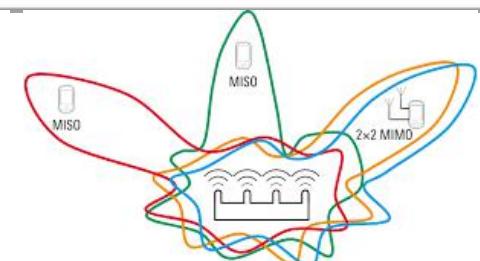
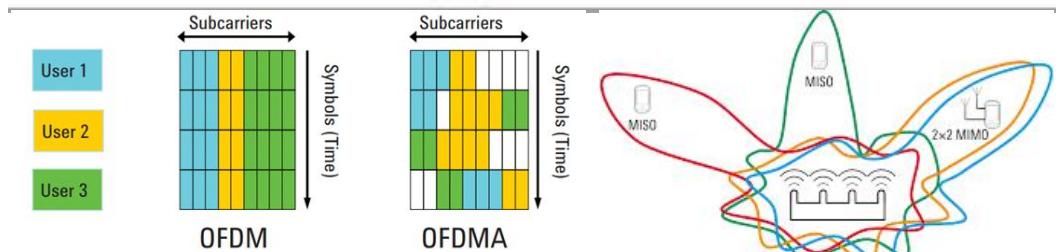
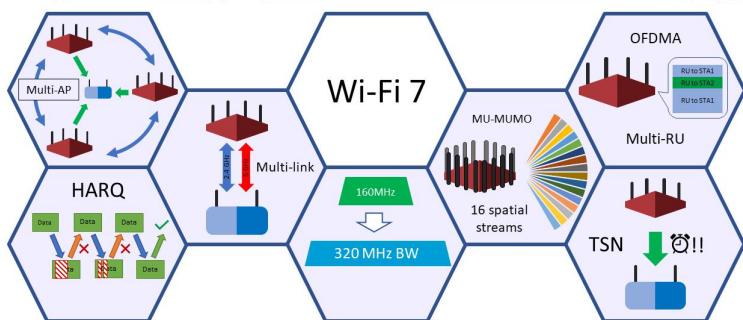
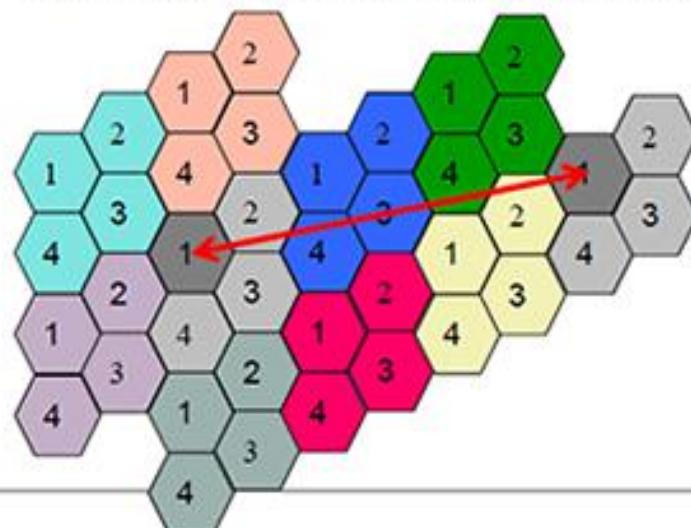
Low Frequency Reuse
(w/ 20 MHz channels)



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 / 40 MHz	3 canais (1, 6 e 11)	Banda com maior interferência. Canais 12-14 não são usados no Brasil.
5,0 GHz	até 24 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 (WiFi 6E), 320 MHz (WiFi 7)	até 14 (de 80 MHz sem sobreposição)	Alta capacidade, menor latência, uso recente e regulamentado pela Anatel desde 2020 .

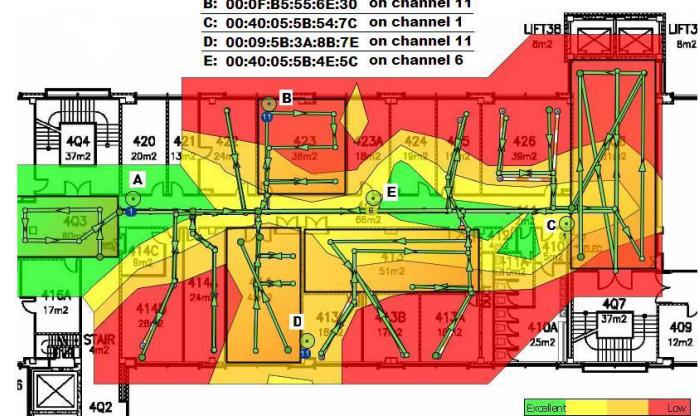
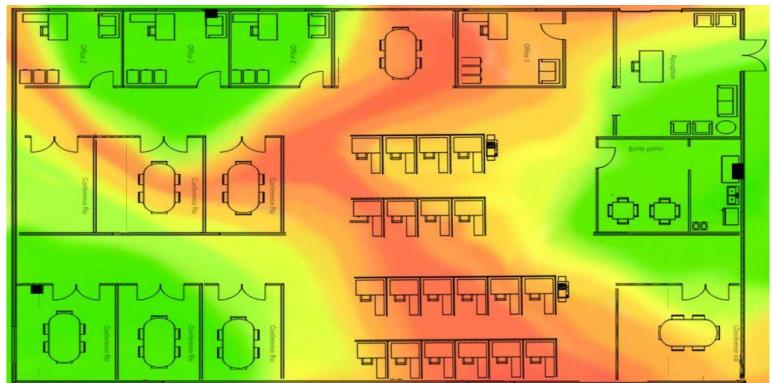
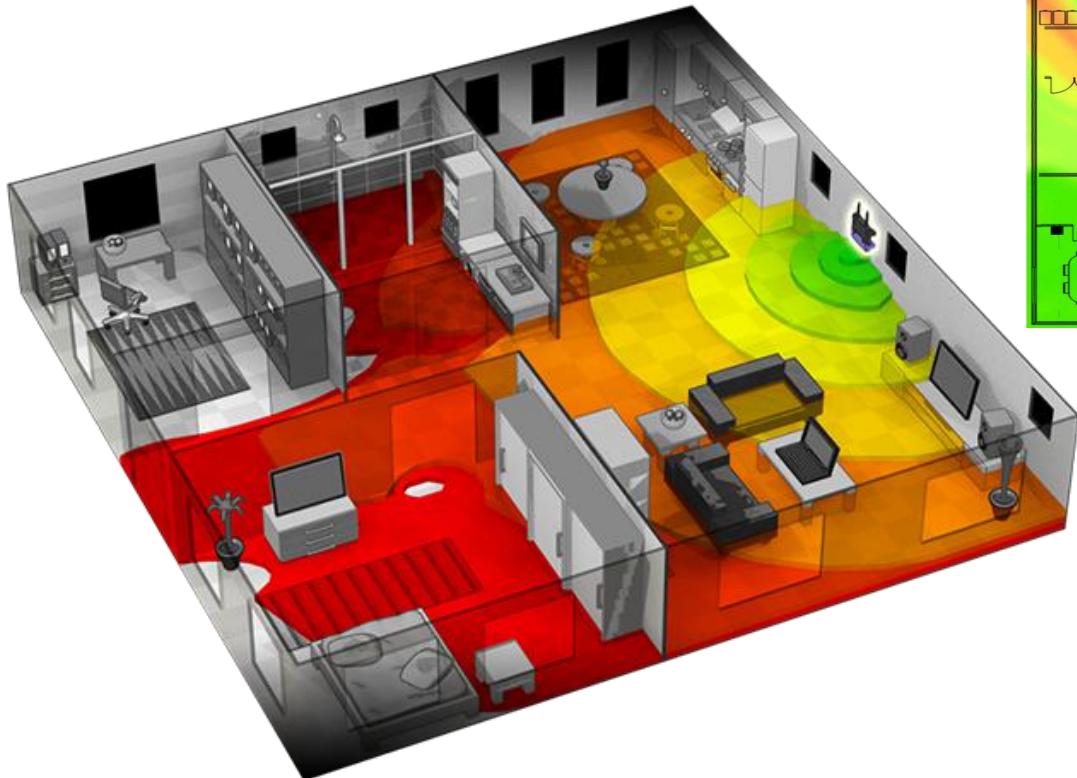
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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/>

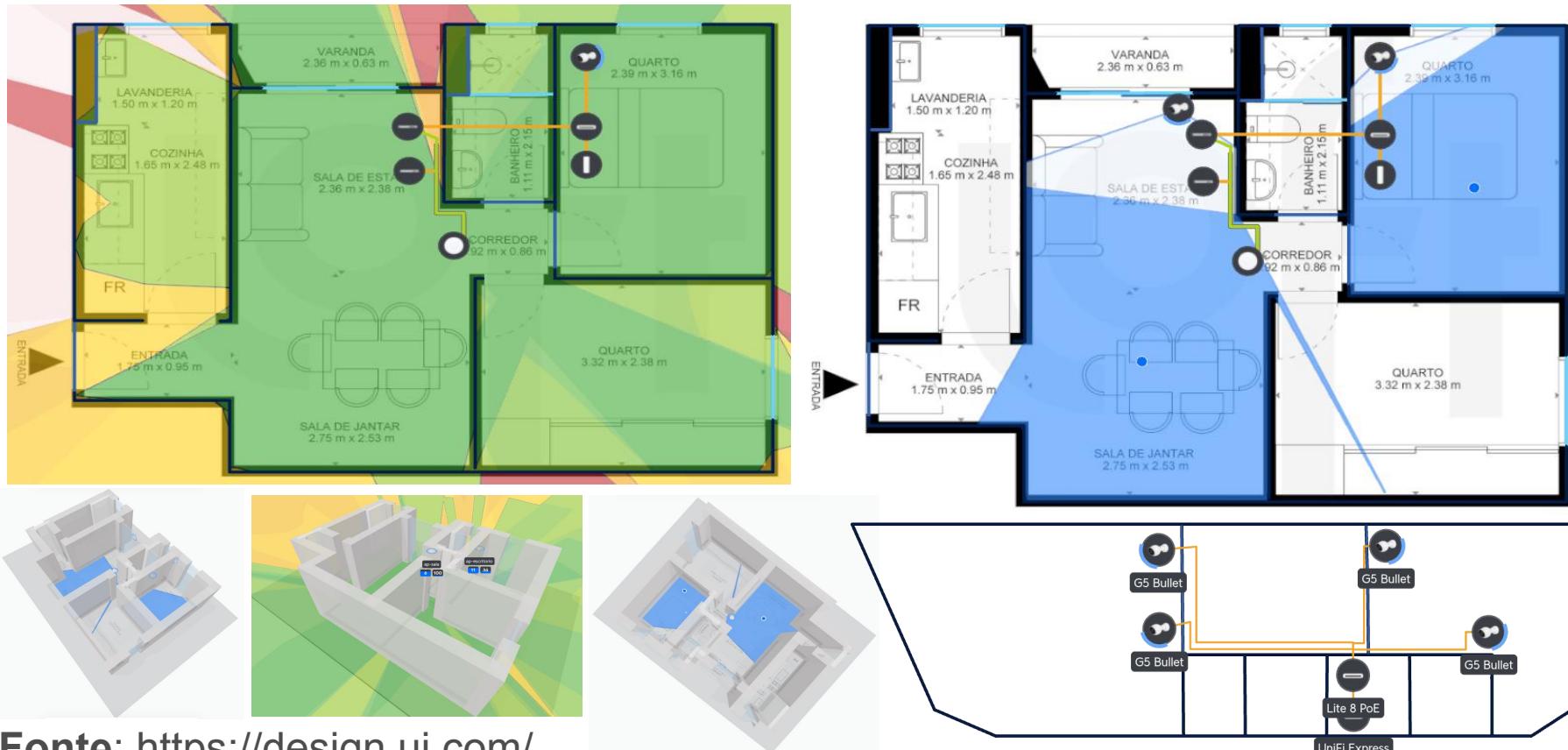


Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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



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



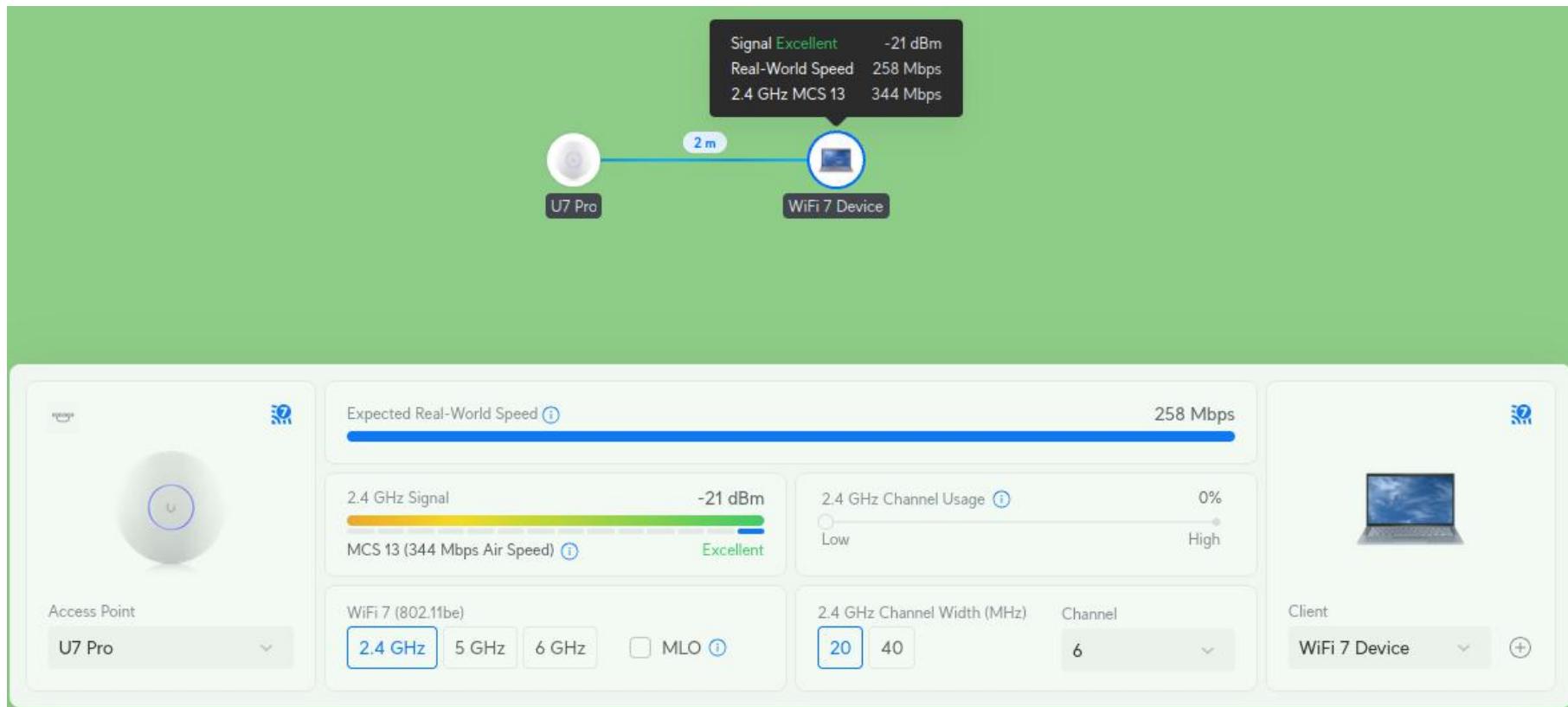
Fonte: <https://us.hamina.com/>

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/>

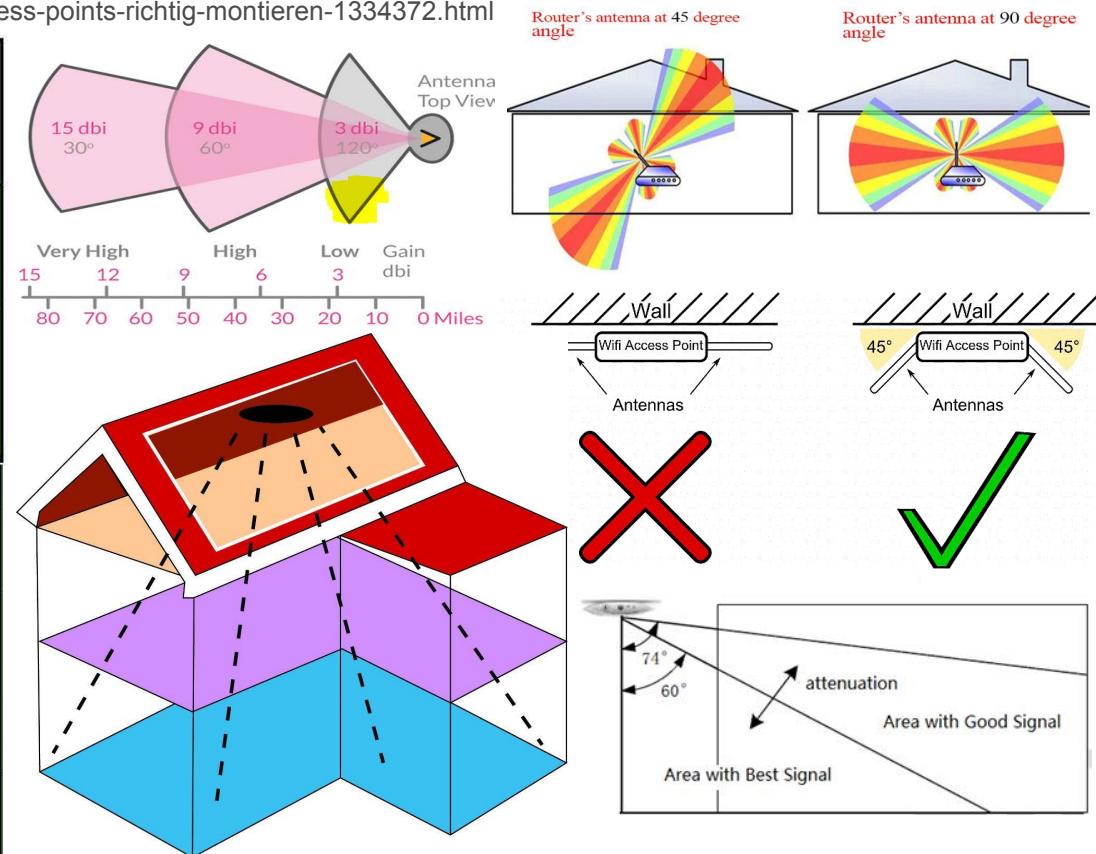
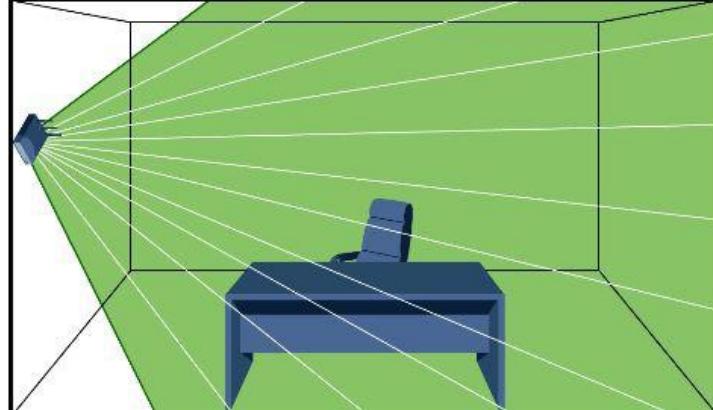
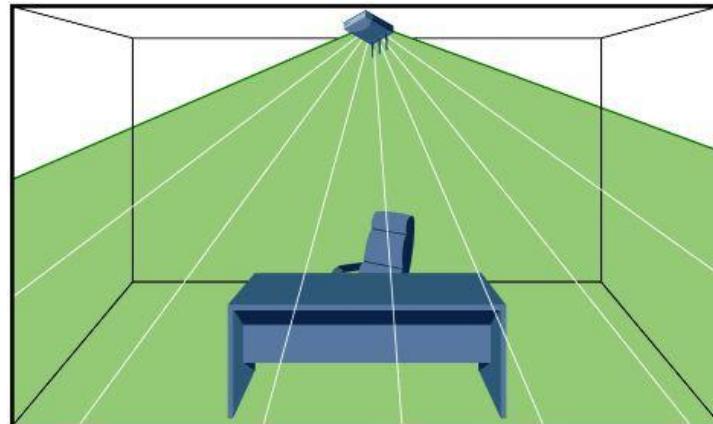
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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!!!

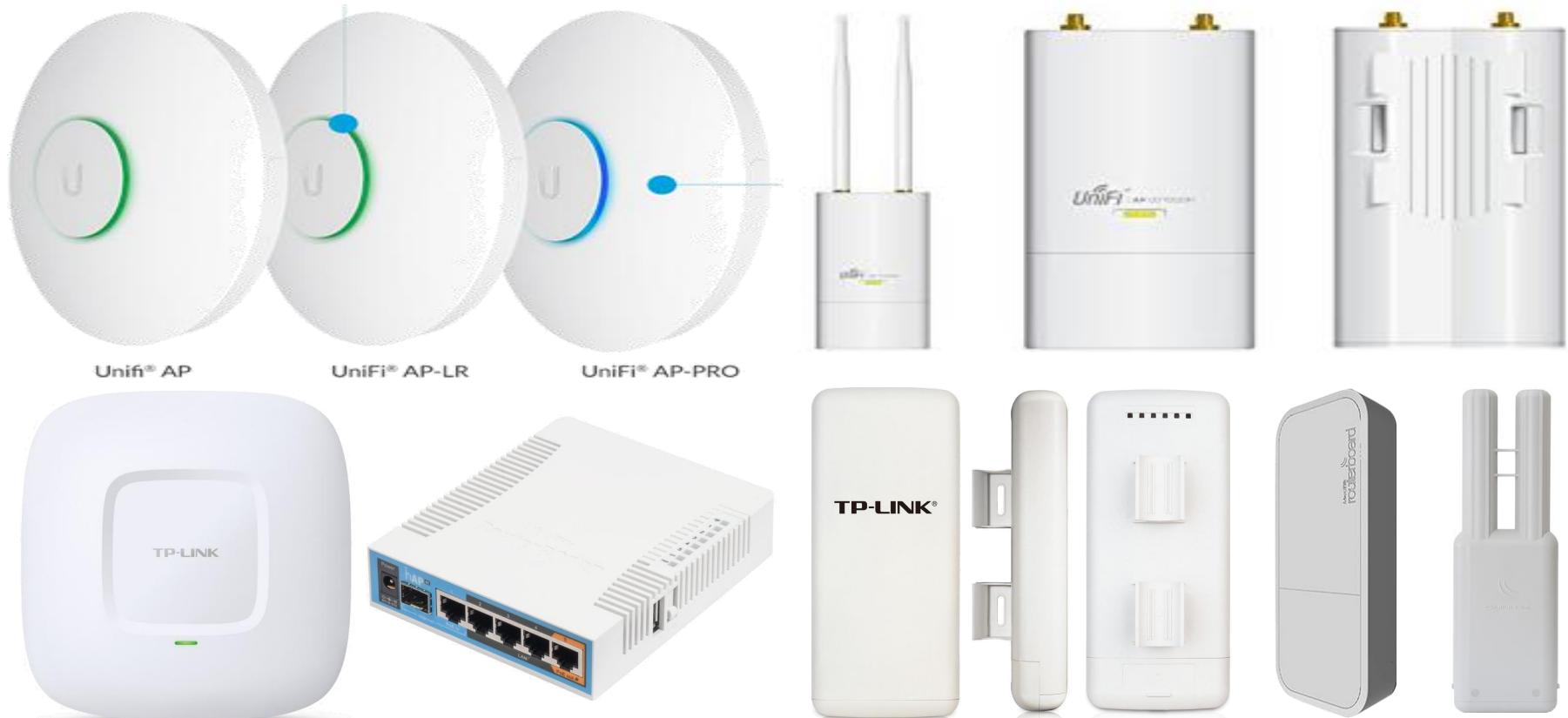
www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



AP Indoor (Access Point Interno)



AP Outdoor (Access Point Externo)



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)

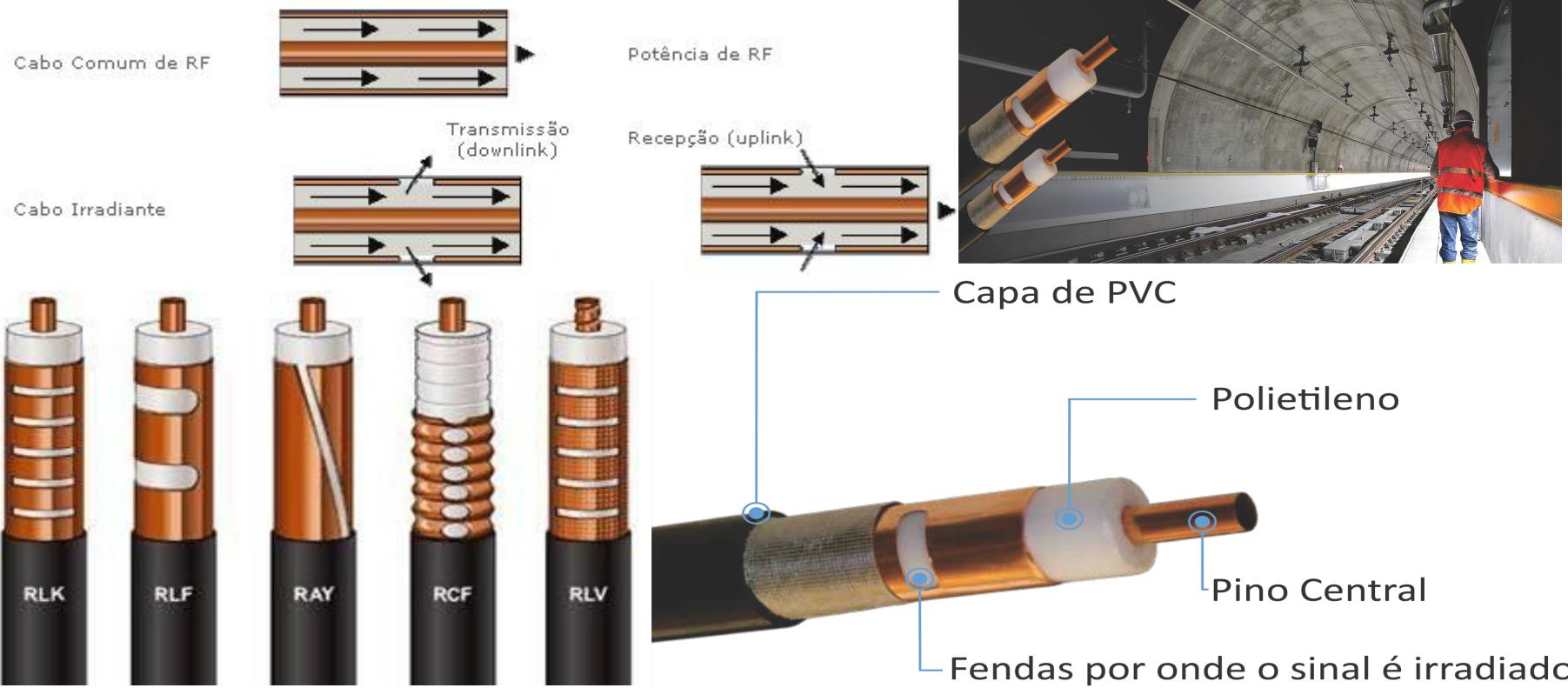


Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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



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



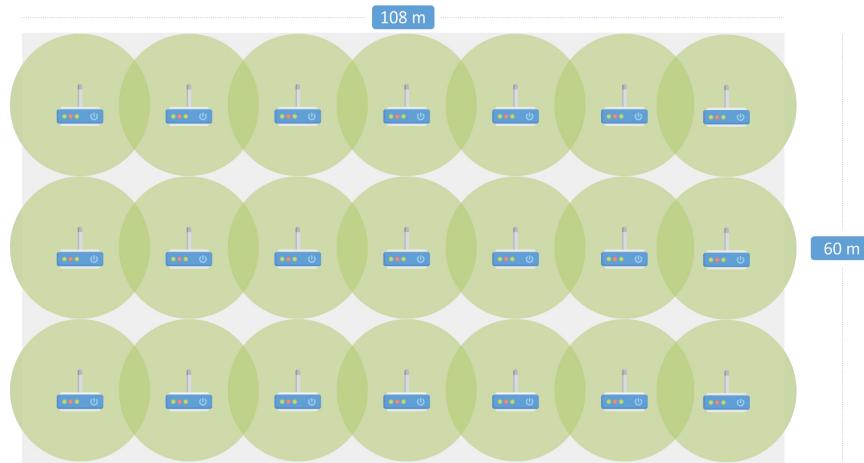
RF (Radio-Frequency) | RFID (Radio-Frequency IDentification)

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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

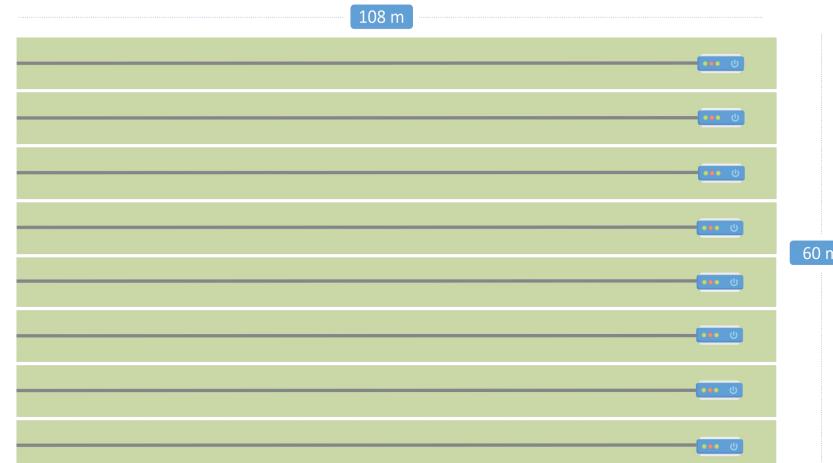


Solução com Access Point



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/>

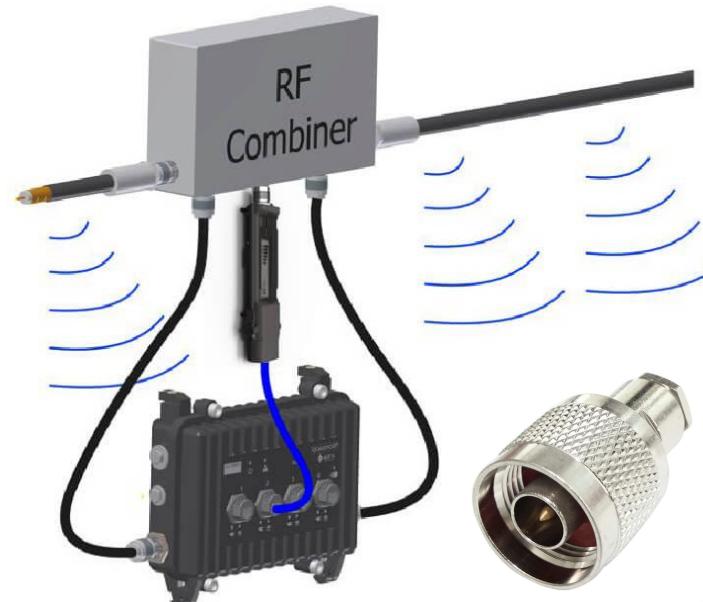
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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!!!

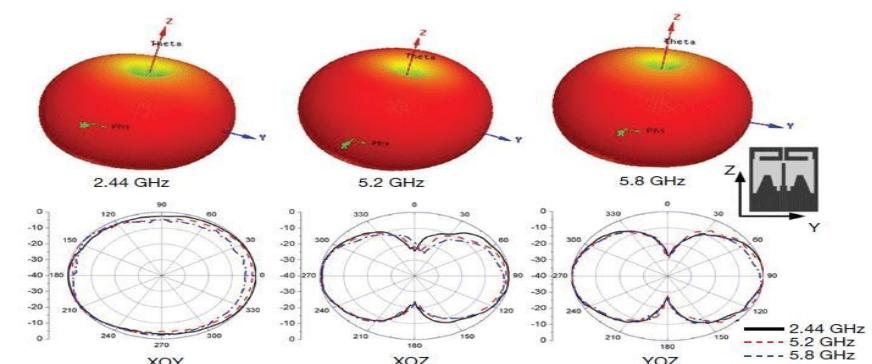
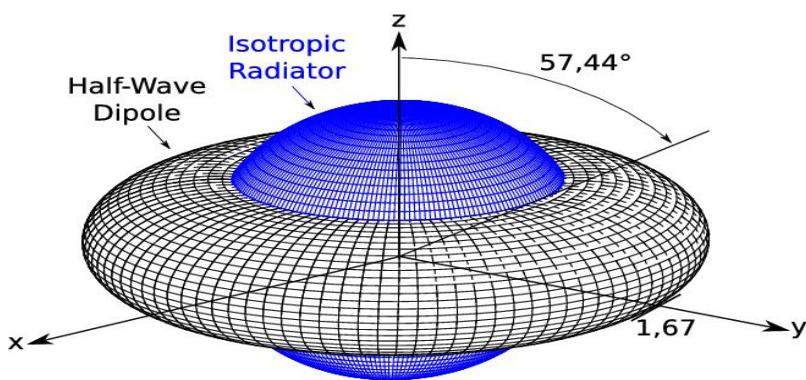
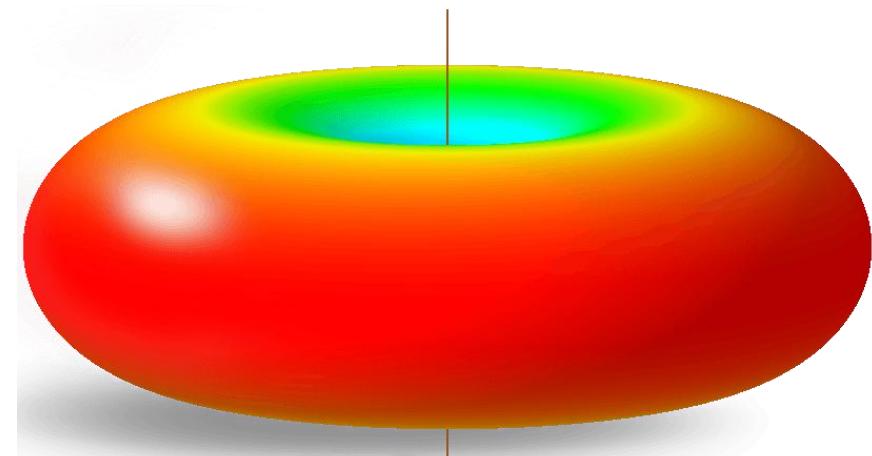
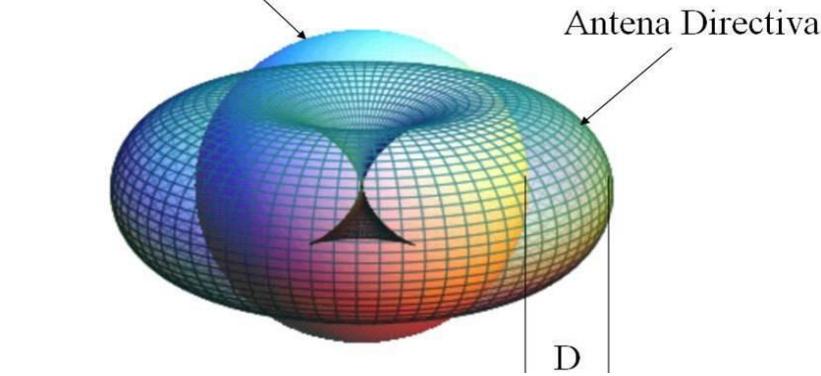
www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



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>

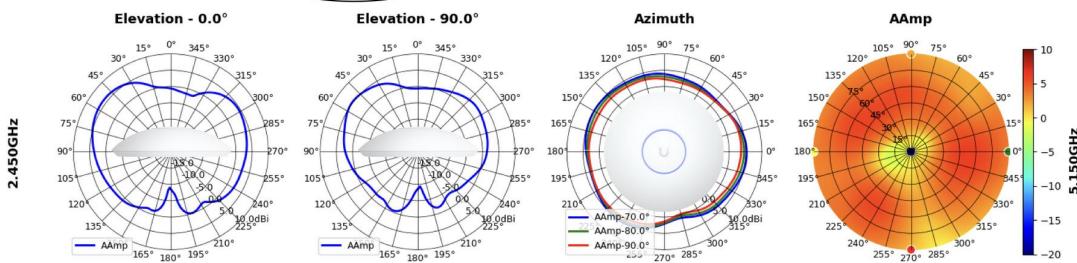
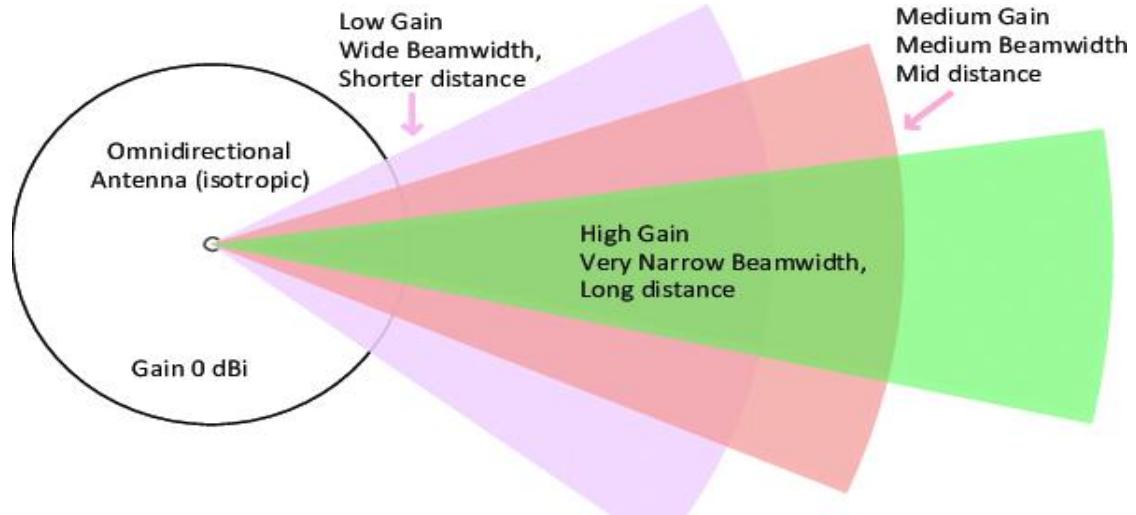
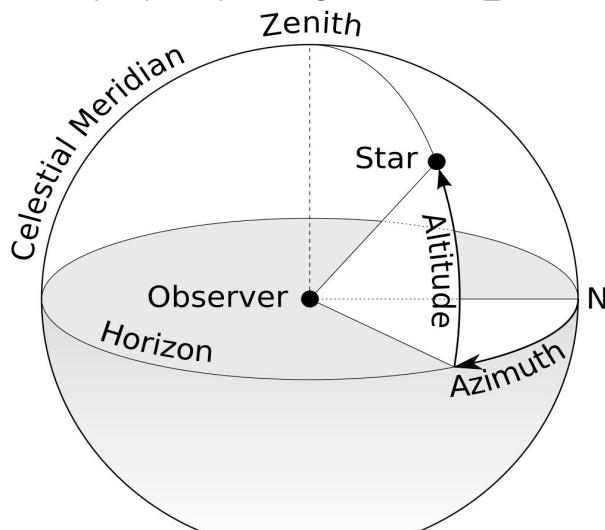
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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

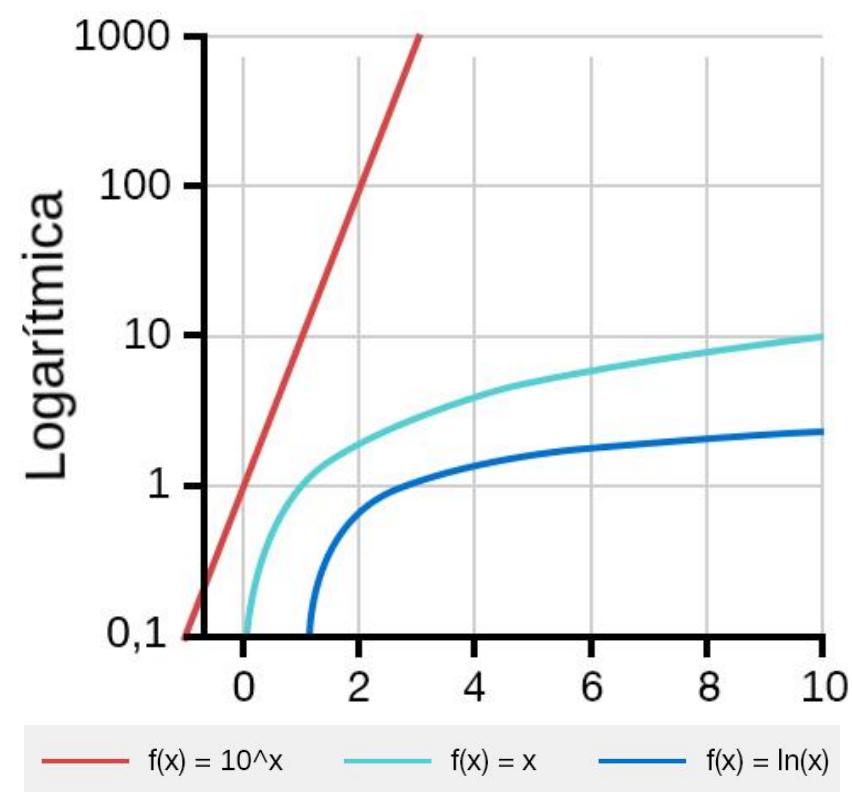
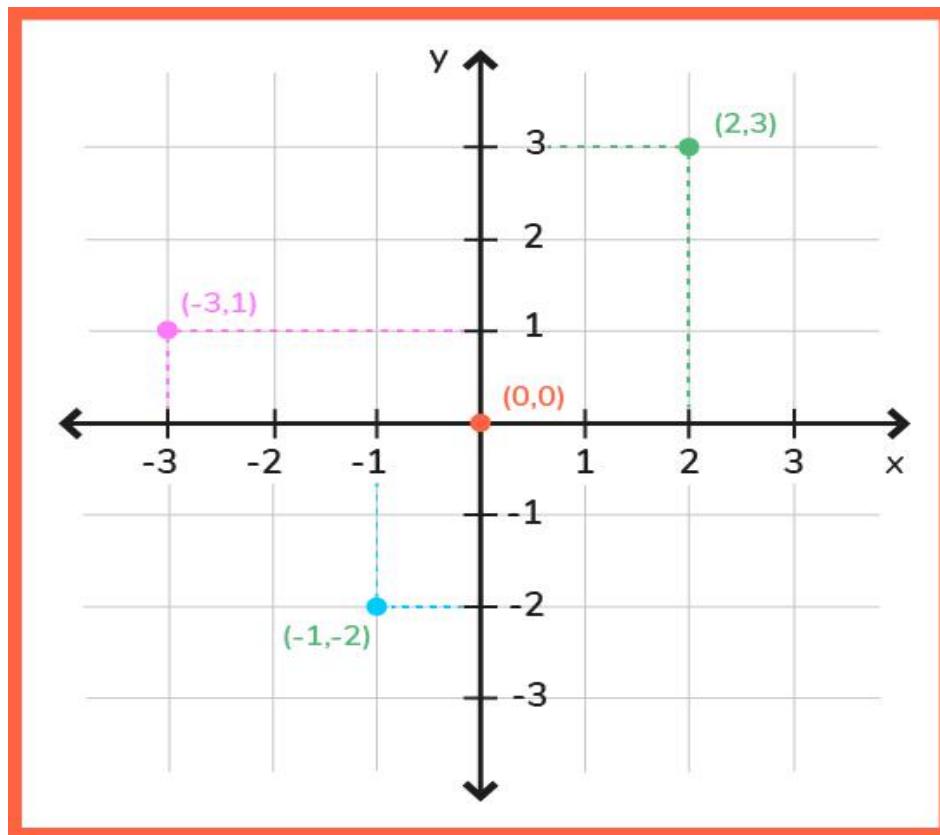
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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	$P[mW] = 10^{\frac{dBm}{10}}$

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.

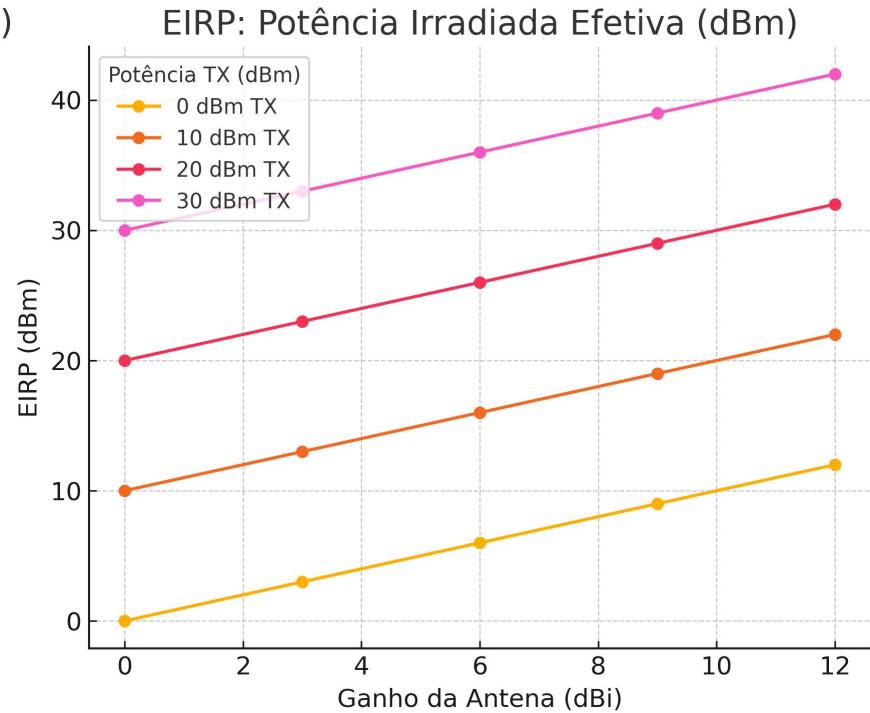
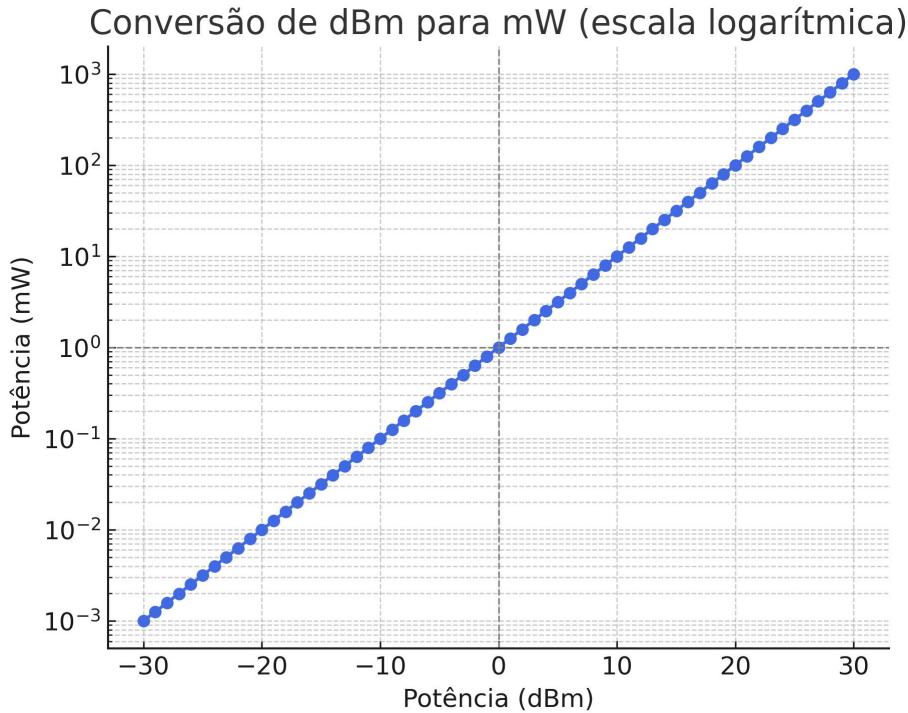
dBm	Equivalente em mW	Observação
-30 dBm	0,001 mW	<i>Sinal muito fraco (quase inaudível)</i>
-20 dBm	0,01 mW	<i>Sinal muito fraco</i>
-10 dBm	0,1 mW	<i>Sinal fraco</i>
0 dBm	1 mW	<i>Referência padrão</i>
+3 dBm	2 mW	<i>Dobro da potência</i>
+6 dBm	4 mW	<i>Quatro vezes mais potência</i>
+9 dBm	8 mW	<i>Oito vezes mais potência</i>
+10 dBm	10 mW	<i>Usado em APs domésticos</i>
+20 dBm	100 mW	<i>Limite legal em muitas regiões</i>
+30 dBm	1.000 mW (1 W)	<i>Muito alto (uso outdoor, torre, etc.)</i>

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!!!

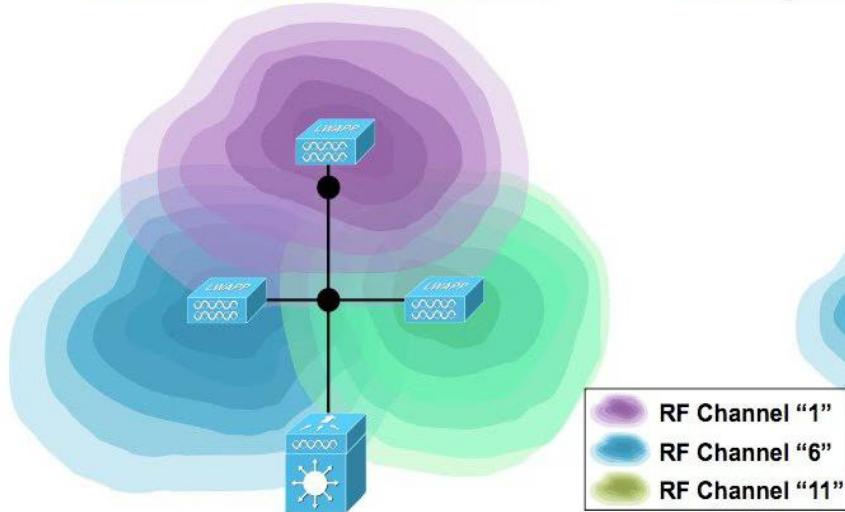
www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



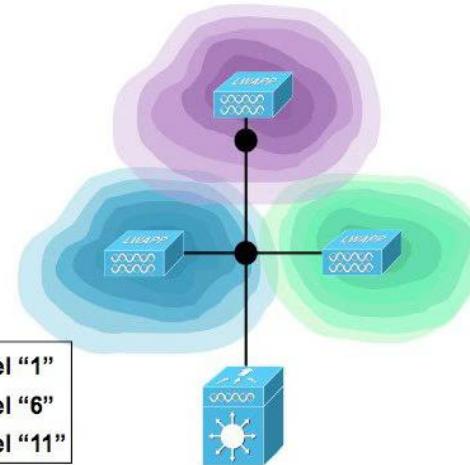
RRM (Radio Resource Management) e TPC (Transmit Power Control)

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) <input type="text" value="12"/> Minimum Power Level Assignment (-10 to 30 dBm) <input type="text" value="7"/> Power Threshold v1(-80 to -50 dBm) <input type="text" value="-65"/> Power Threshold v2(-80 to -50 dBm) <input type="text" value="-67"/>				
Transmit Power: <input style="border: 2px solid red; padding: 2px; width: 100px; height: 30px;" type="button" value="Middle"/> Beacon Interval : <input type="text" value="10-1000"/> RTS Threshold: <input type="text" value="2346"/> Fragmentation Threshold: <input type="text" value="2346"/> DTIM Interval: <input type="text" value="1"/> <input checked="" type="checkbox"/> Enable WMM <input checked="" type="checkbox"/> Enable Short GI <input type="checkbox"/> Enable AP Isolation				

Auto
High
Medium
Low
Custom
Disabled

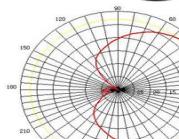
Ajuste automático e dinâmico da potência com base nas condições do ambiente (recomendado);
 Máxima potência de transmissão. Aumenta a cobertura, mas pode causar interferência entre APs;
 Potência intermediária. Boa opção para balancear cobertura e reduzir interferência;
 Potência reduzida. Ideal para 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!!!

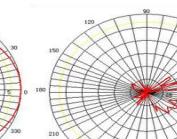
www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



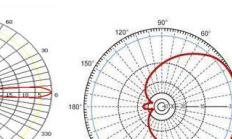
Antenas Direcional



Horizontal

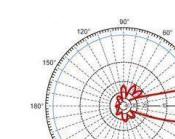


Vertical



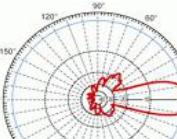
Horizontal

Antenas Setorial

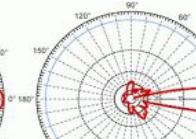


Vertical

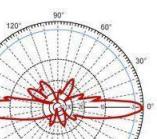
Antenas Parabólicas



Horizontal



Vertical



Vertical

Atenuação dB - (decibel) | Ganho dBi + (decibel isotropic) | Potência dBm (decibel miliwatt: **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



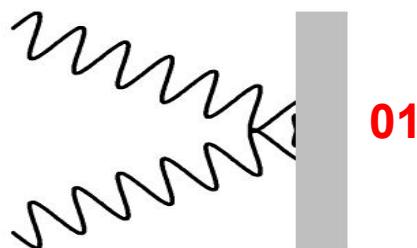
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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

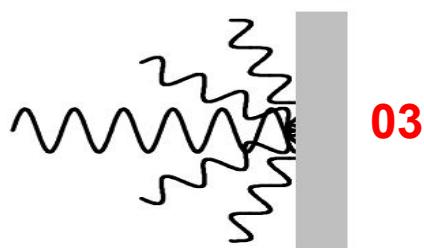


Intereferência de Sinal no RF (Rádiofrequência - Wi-Fi/Wireless/Sem-Fio)

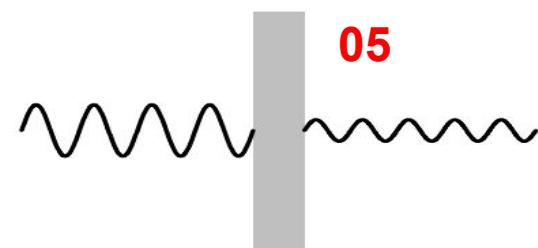
Reflection



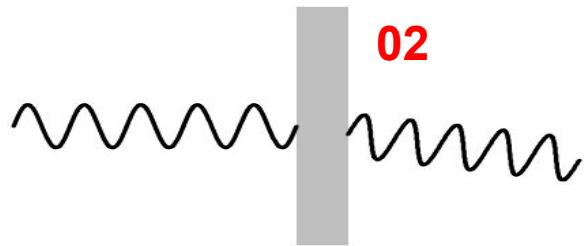
Scattering



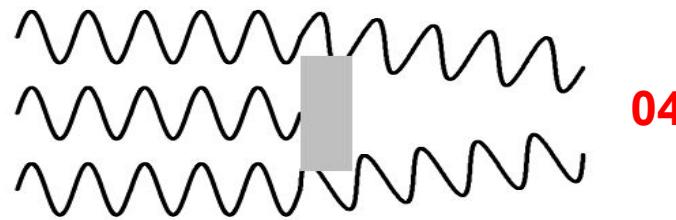
Absorption



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

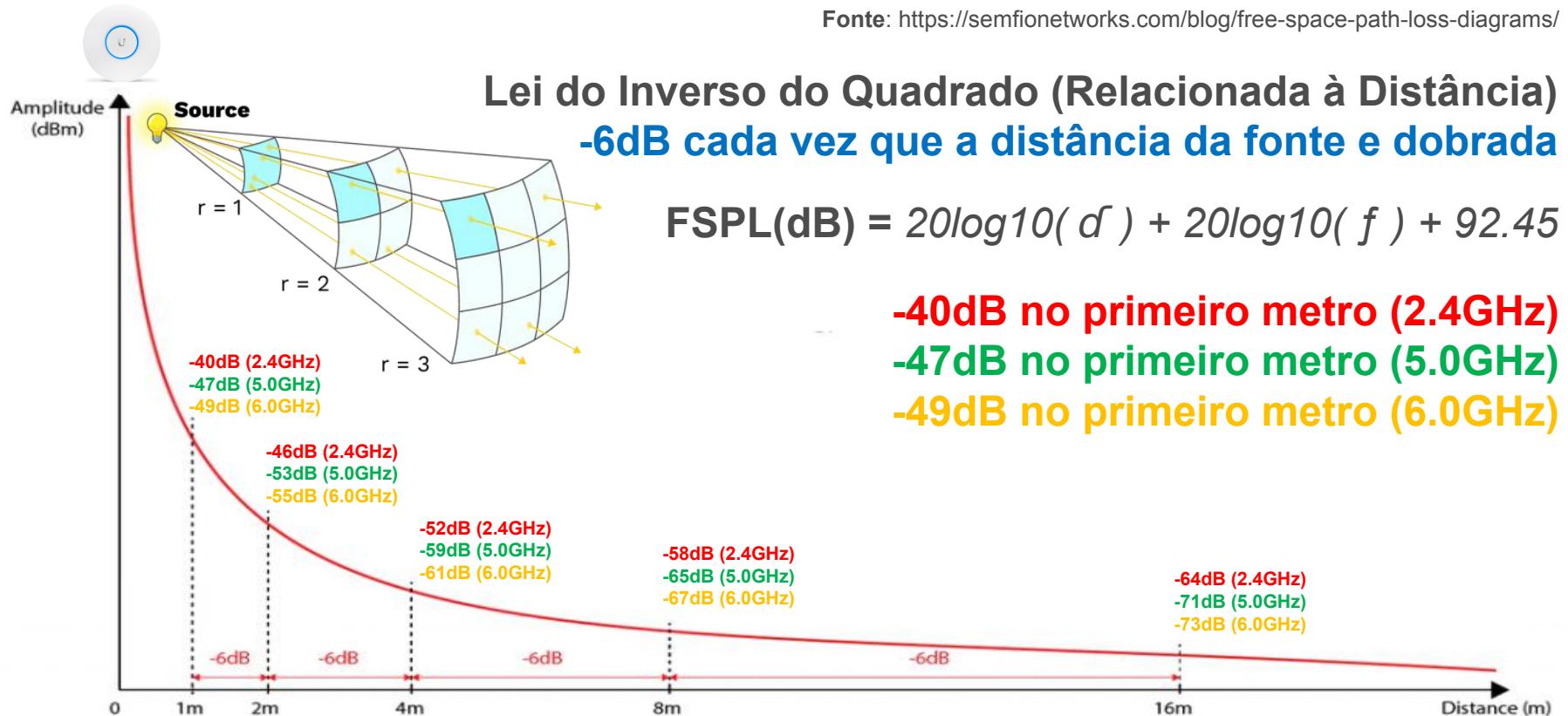
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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/>



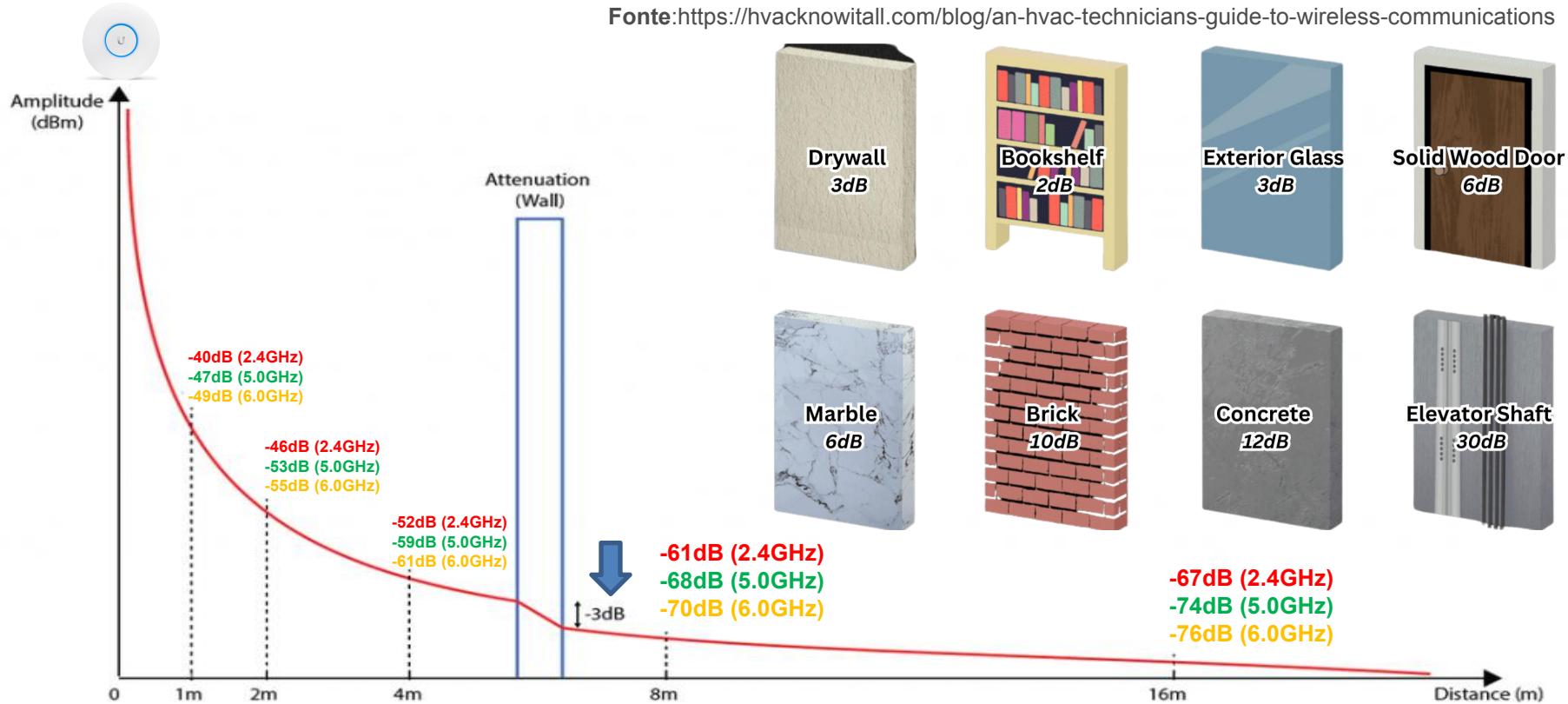
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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>



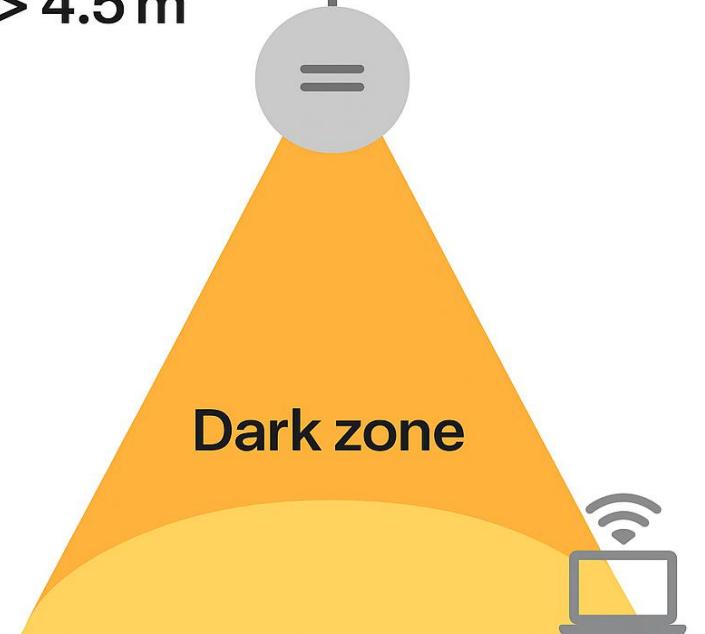
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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

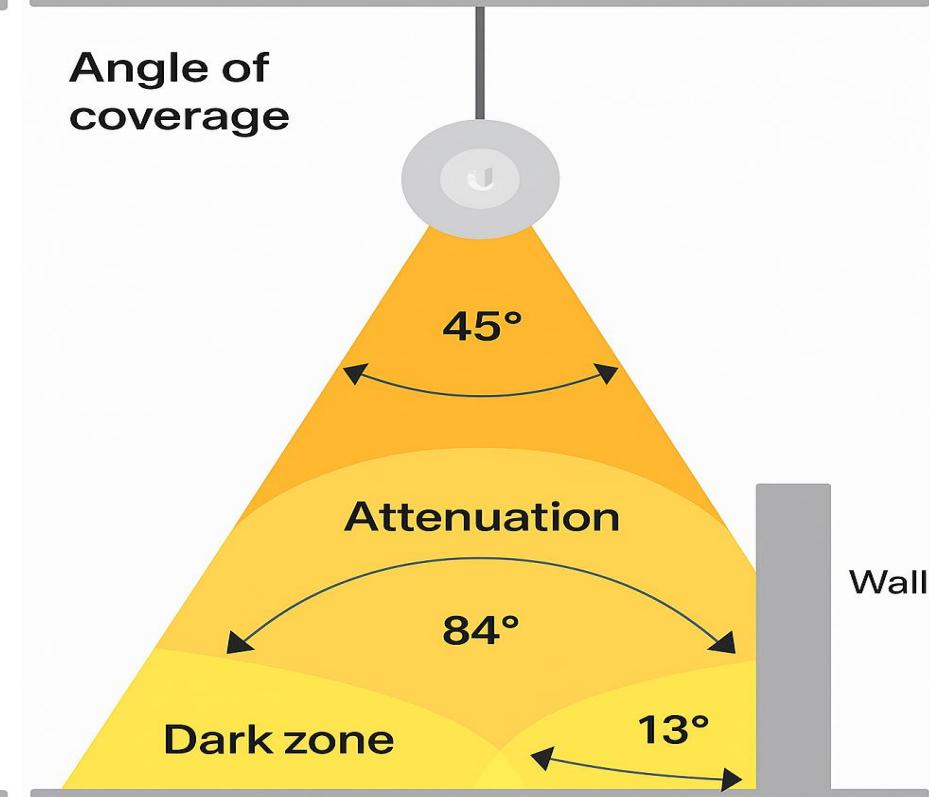


FSPL (Free Space Path Loss) e EIRP (Equivalent Isotropically Radiation Power) Access Point no Teto (Ceiling / Roof) - ETAPA-03

High ceiling
 $> 4.5\text{ m}$



Angle of coverage

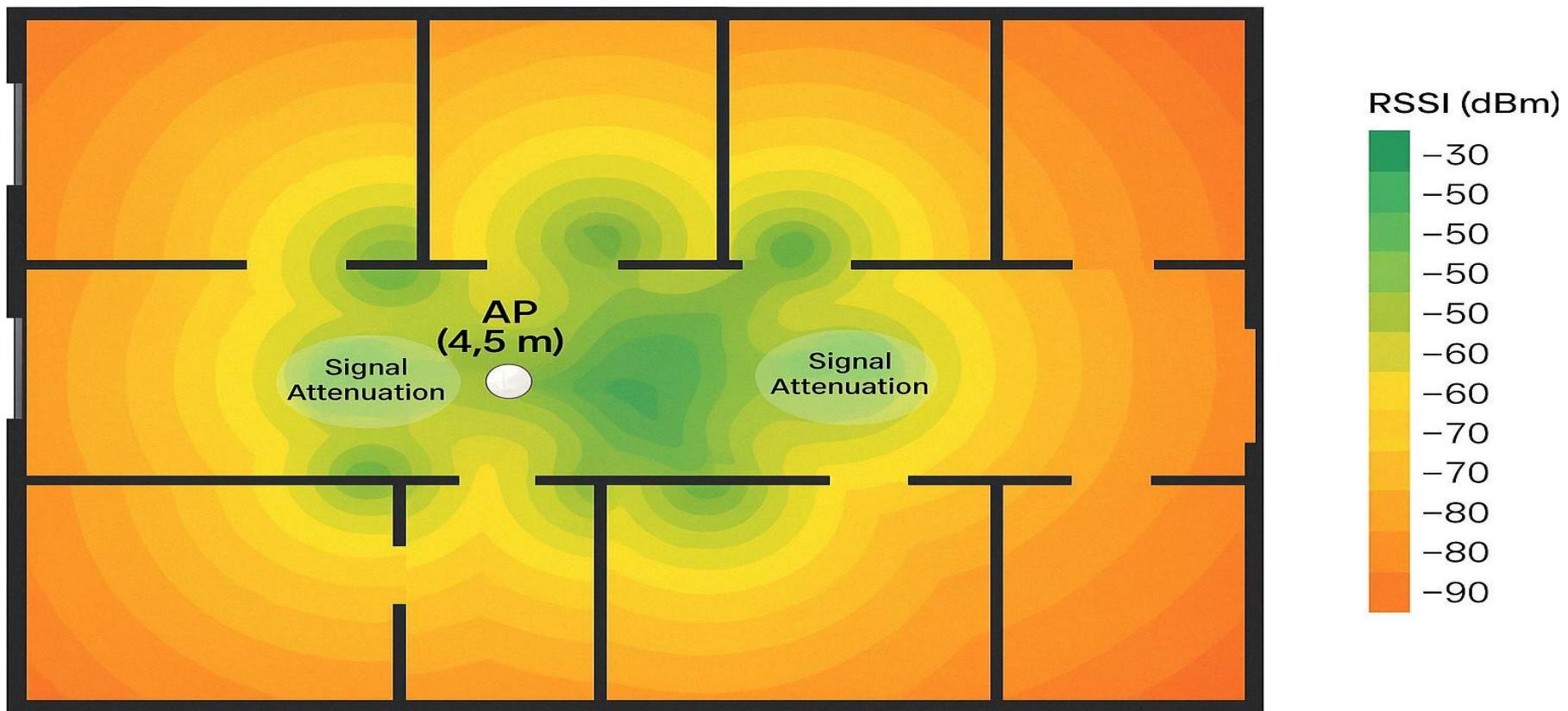


Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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 (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)	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			

15 m

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

Sinal Recebido= $0 \text{ dBm} + 3 \text{ dBi} + 12 \text{ dBi} - 51 \text{ dB} = -36 \text{ dBm}$

Excelente	-30 a -50 m – 40 db/m	$\geq 40 \text{ dB}$
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



Exemplo Básico do Ganho das Antenas nos Access Point e Endpoint Padrão

0 dBm (1mW)

$$\text{Potência Final} = \text{Potência Inicial} + \text{Ganho AP} + \text{Ganho Cliente} - \text{Perda no Caminho}$$



+6 dBi 5 GHz

Anetuação: -65 dB
Distância: 8mts

$$\text{RSSI} = -57 \text{ dBm}$$

+2 dBi 5 GHz



0 dBm (1mW)

+6 dBi 5 GHz

Anetuação: -71 dB
Distância: 16mts

$$\text{RSSI} = -62 \text{ dBm}$$

+3 dBi 5 GHz



0 dBm (1mW)

+4 dBi 2,4 GHz

Anetuação: -52 dB
Distância: 4mts

$$\text{RSSI} = -47 \text{ dBm}$$

+1 dBi 2,4 GHz

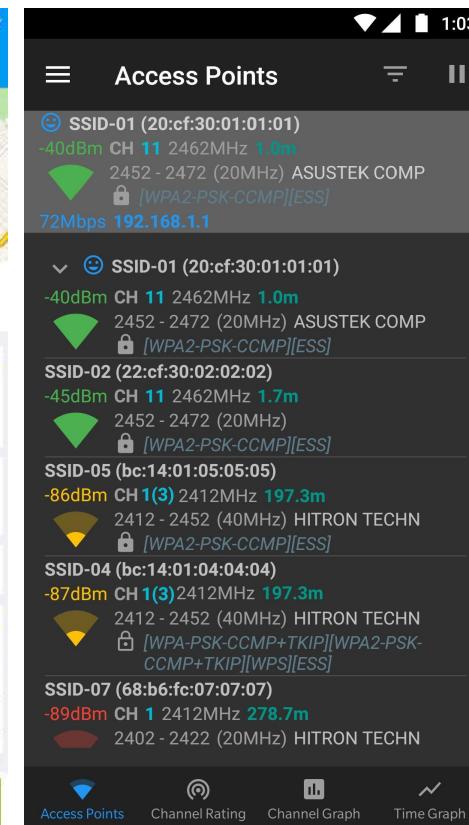
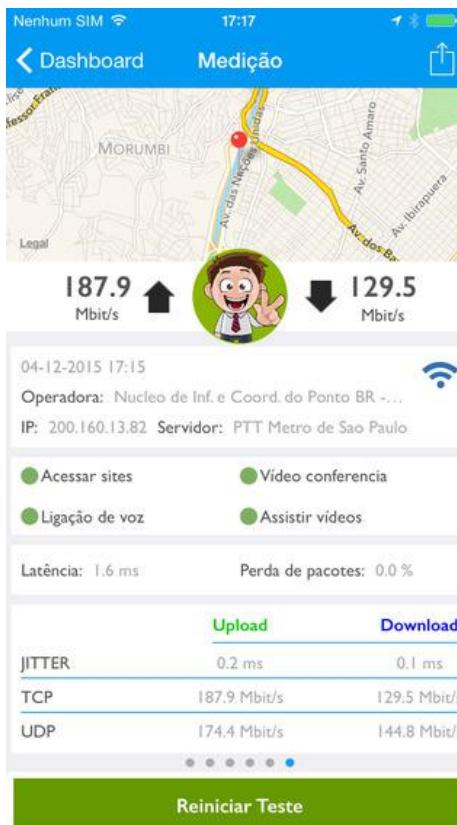
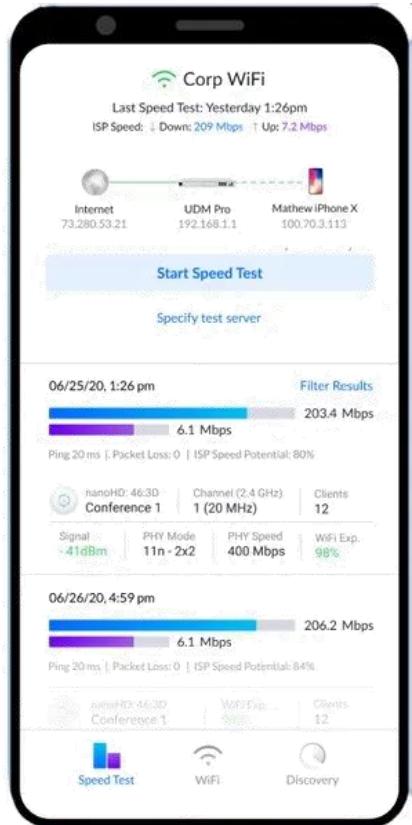


Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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



Software Mobile (Smartphone ou Tablet) para Análise de Rede Sem-Fio



Unifi Wifiman

Nic.br SIMET

WiFi Analyzer

WiFi Analyzer/Surveyor

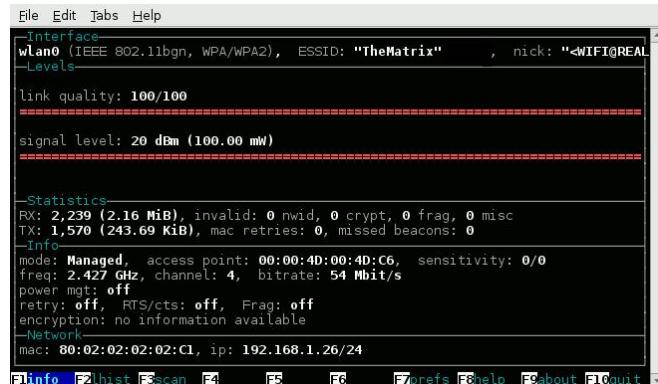
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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



Software Desktop (Notebook ou Desktop) para Análise de Rede Sem-Fio

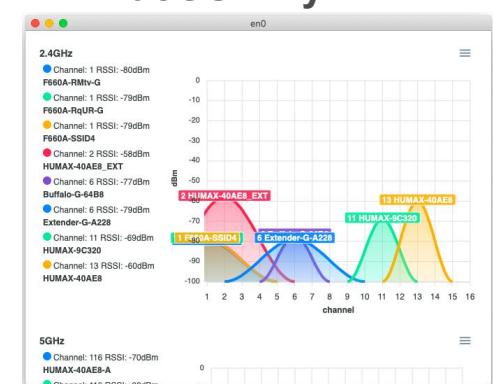
Linux Wavemon



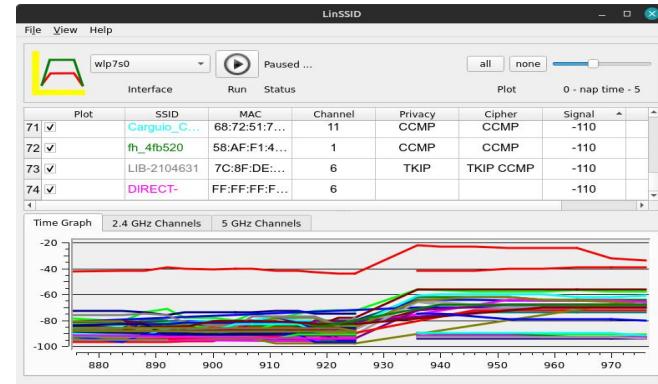
Windows InSSIDer



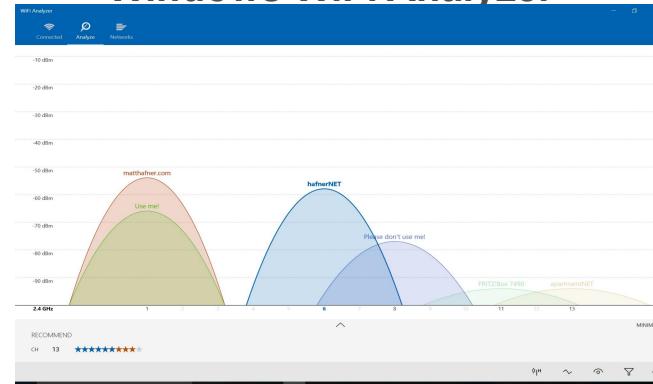
MacOS Tiny Wi-Fi



Linux LinSSID



Windows WiFi Analyzer



MacOs AirRadar



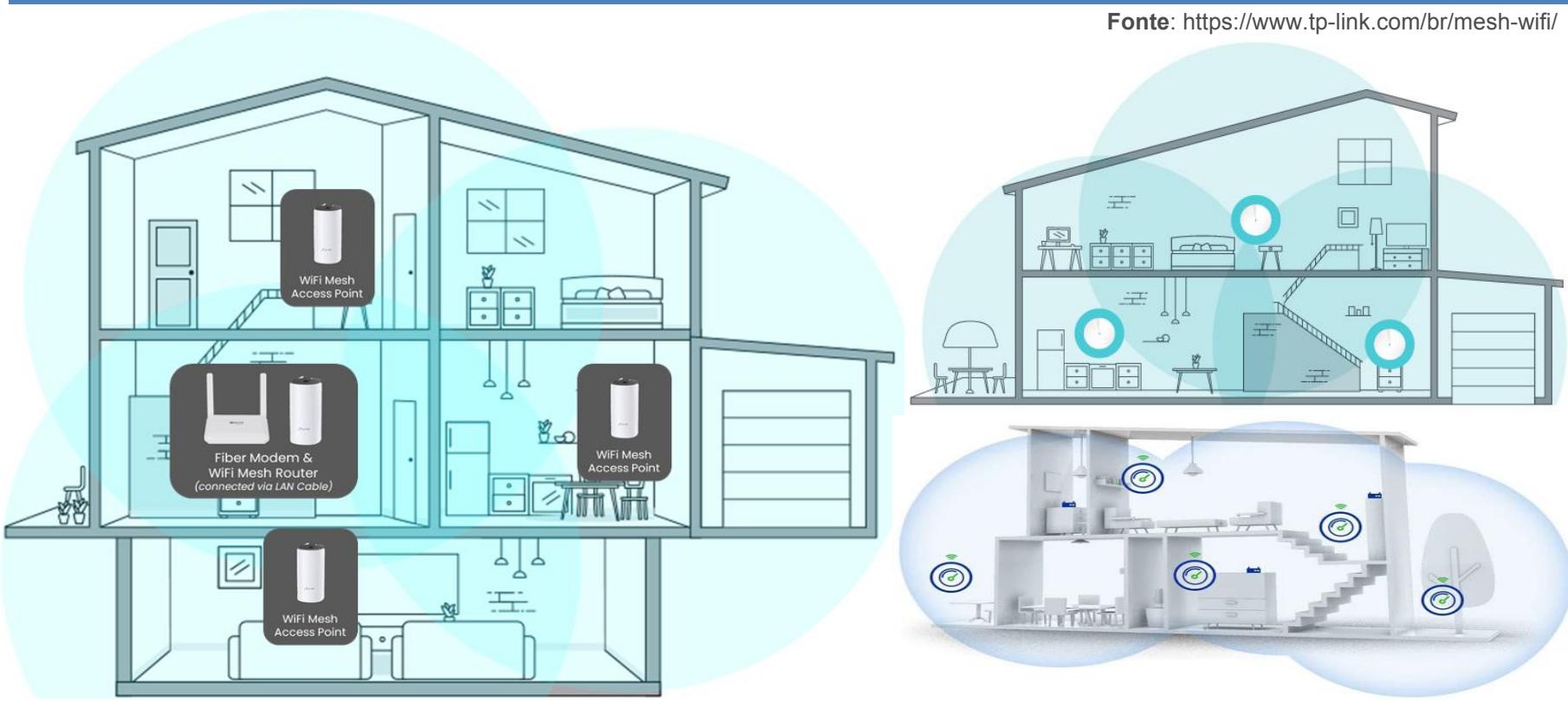
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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



Access Point Multiple Floors (Vários Andares) - Rede Mesh (Malha), Backhaul (Núcleo da Rede) 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



Rede Mesh (Malha) e Roaming (Itinerância) na Rede Sem-Fio (Wi-Fi / Wireless)



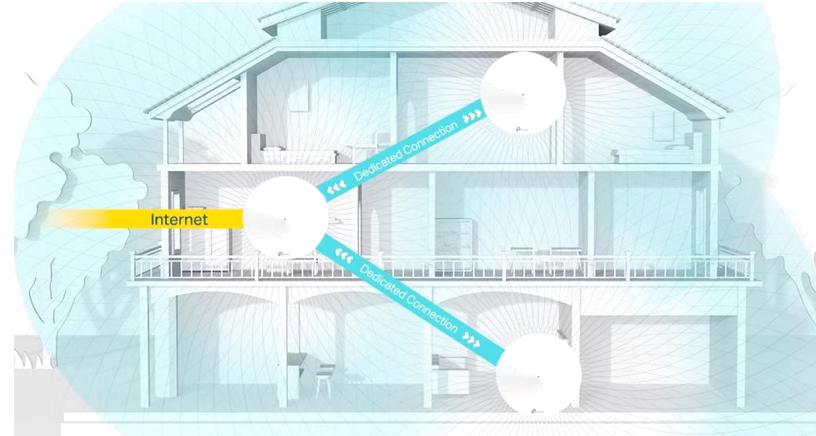
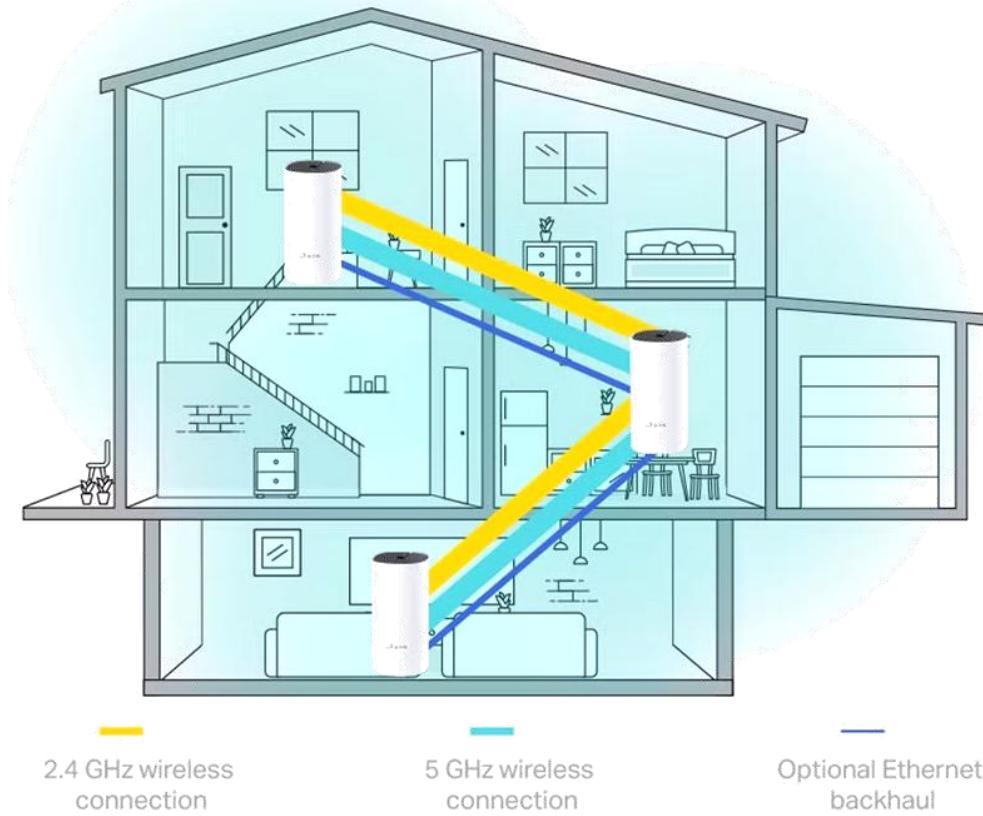
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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



Topologia Backhaul, Rede Mesh e Roaming na Rede Sem-Fio (Wi-Fi / Wireless)

Fonte: <https://www.howtogeek.com/802009/what-is-a-mesh-router-backhaul/>



Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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



Tabela Resumida: AP Multiple Floors - Rede Mesh, Backhaul e Roaming

Cenário	Tipo de Backhaul	Hops (Saltos)	Impacto no Throughput	Observações
Mesh com Backhaul Cabeado	Ethernet (Cabo de Rede)	0-2	Quase nulo	Melhor opção — cada AP trabalha com capacidade total.
Mesh Sem-Fio (dual-band)	Wi-Fi (mesma banda 2,4 ou 5,0 GHz)	1	~50% de perda	Cada salto divide a banda entre cliente e comunicação entre APs.
Mesh Sem-Fio (dual-band)	Wi-Fi (mesma banda)	2	~75% de perda	Alta degradação — evitar em redes críticas.
Mesh Sem-Fio (tri-band com Backhaul dedicado)	Wi-Fi (banda exclusiva 2,4, 5,0 ou 6,0 GHz)	1	Queda mínima (~10%)	Backhaul separado mantém desempenho quase total.
Roaming habilitado + Backhaul cabeado	Ethernet (Cabo de Rede)	0-2	Sem perda relevante	Roaming apenas agiliza transição de AP, sem afetar throughput.
Roaming habilitado + Backhaul Sem-Fio (dual-band)	Wi-Fi (mesma banda 2,4 ou 5,0 GHz)	1+	Perda igual ao cenário de mesh Sem-Fio	O roaming não é o vilão, mas pode direcionar cliente para um AP mais lento.

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



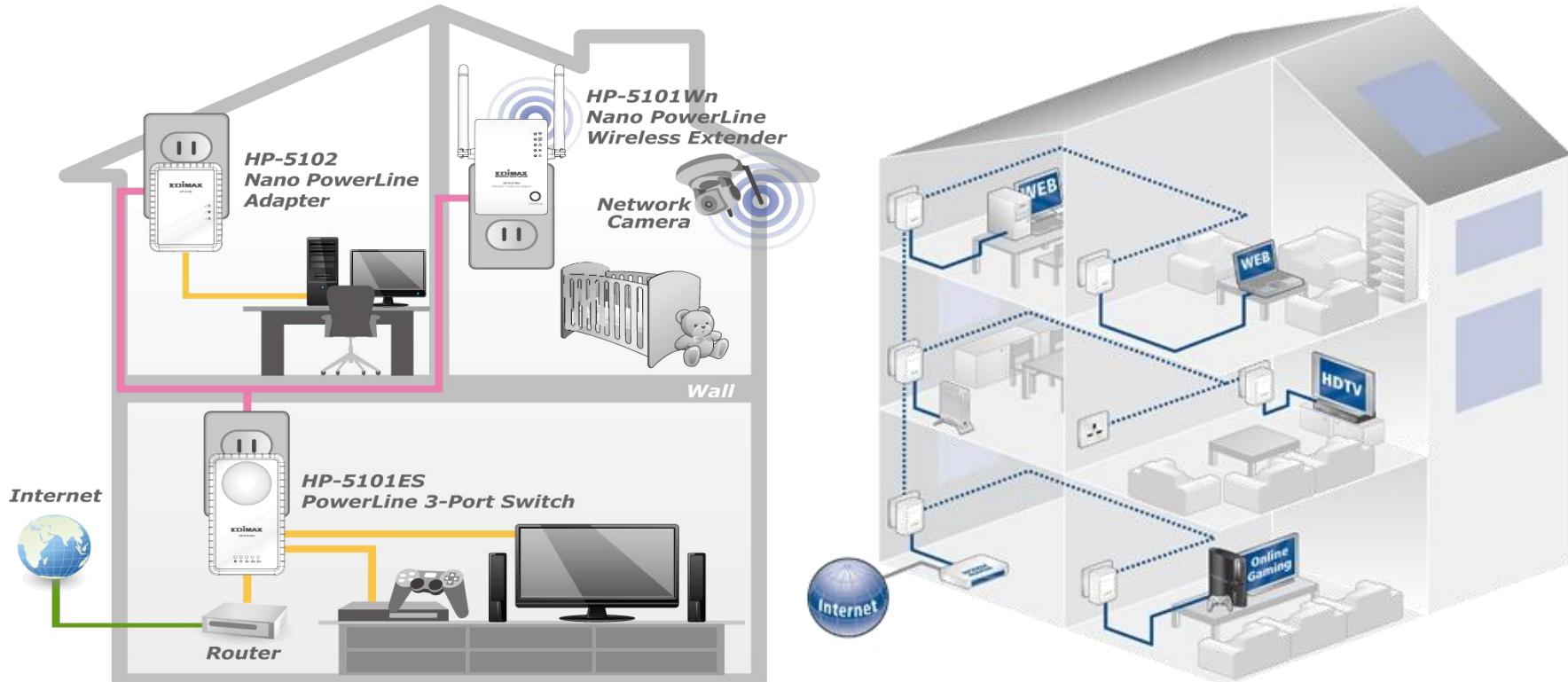
Pode ser usado externamente ou internamente, **com sistema de proteção hermética (IPX)**.

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)



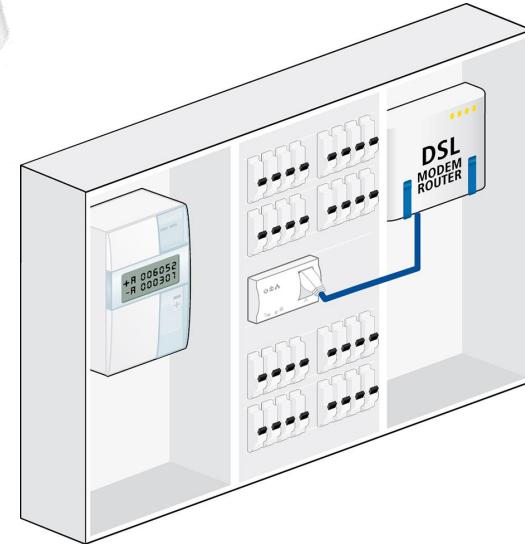
Fonte: https://www.edimax.com/edimax/merchandise/merchandise_detail/data/edimax/global/powerline_av500/hp-5103/

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)

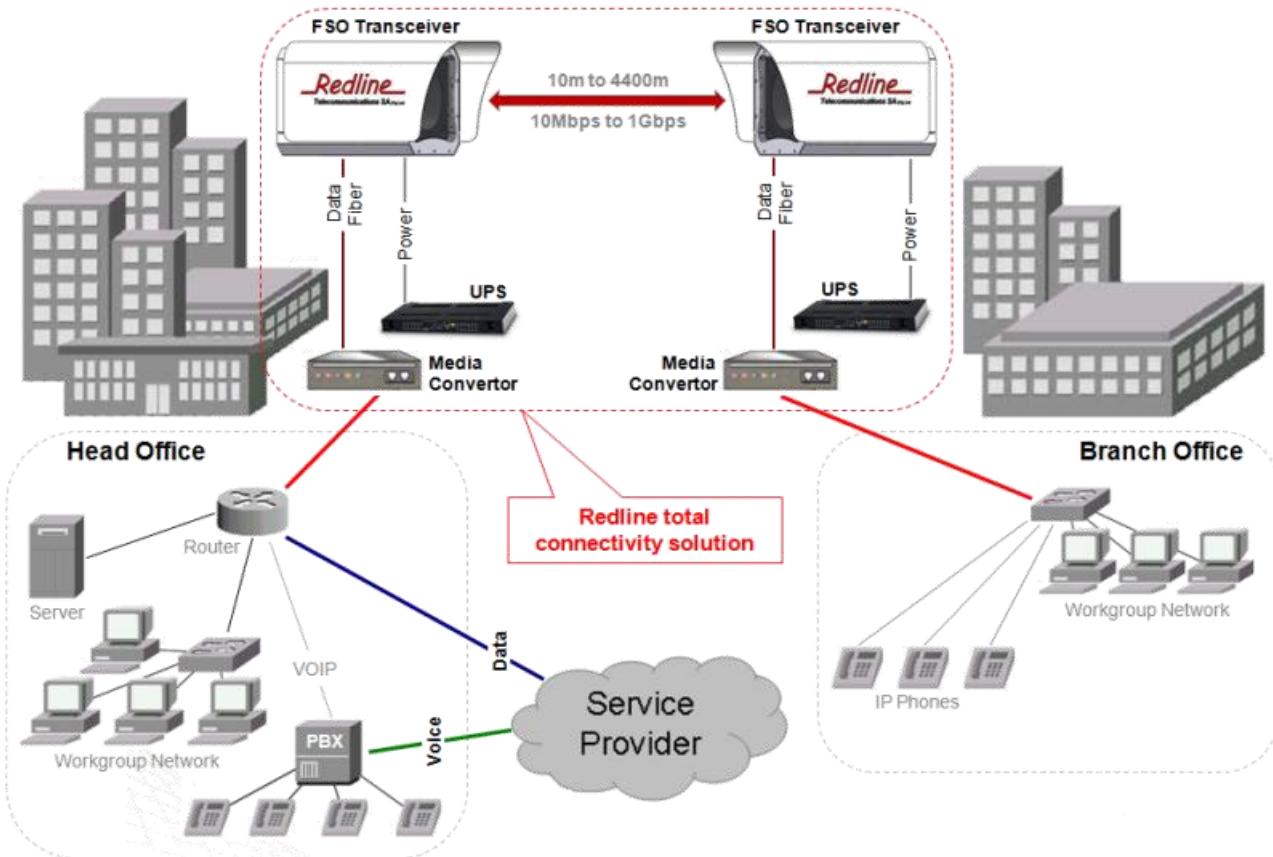


Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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



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

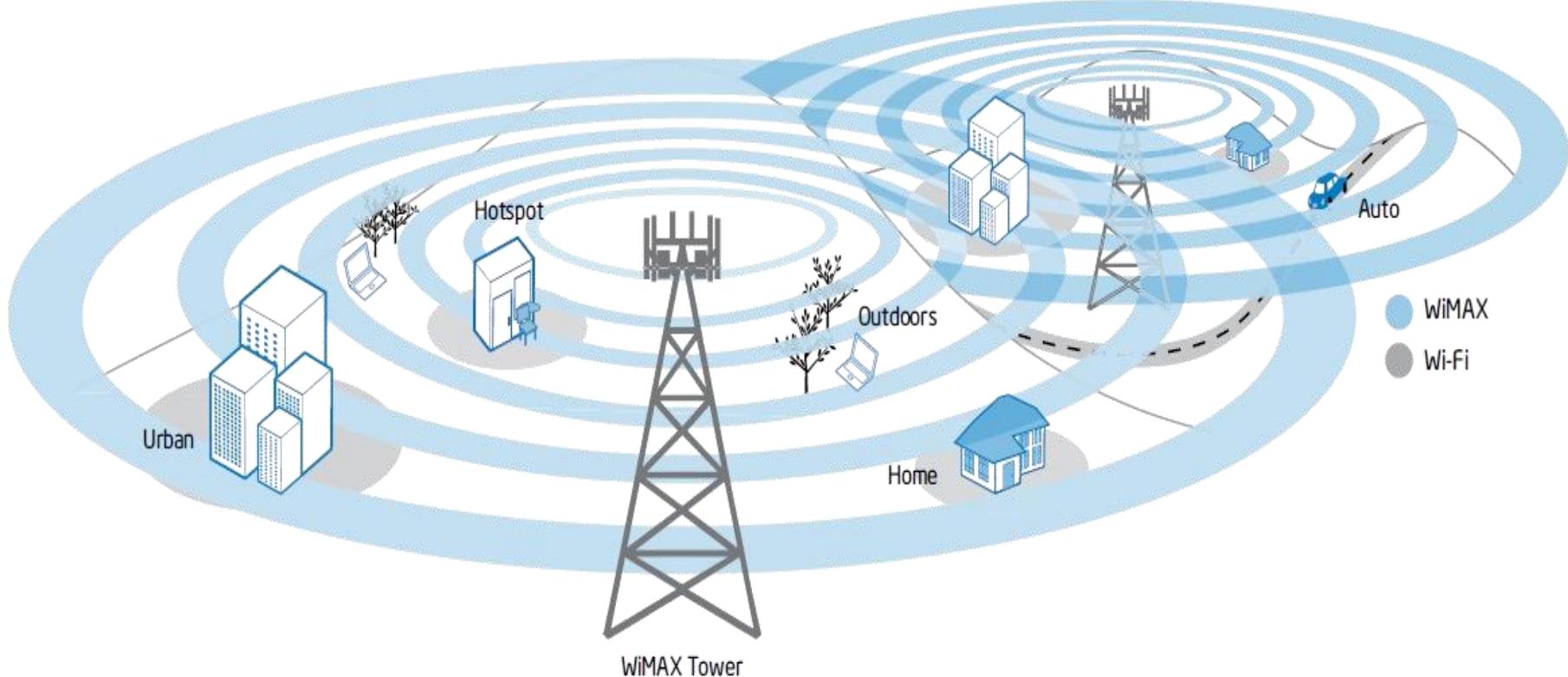


Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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!!!

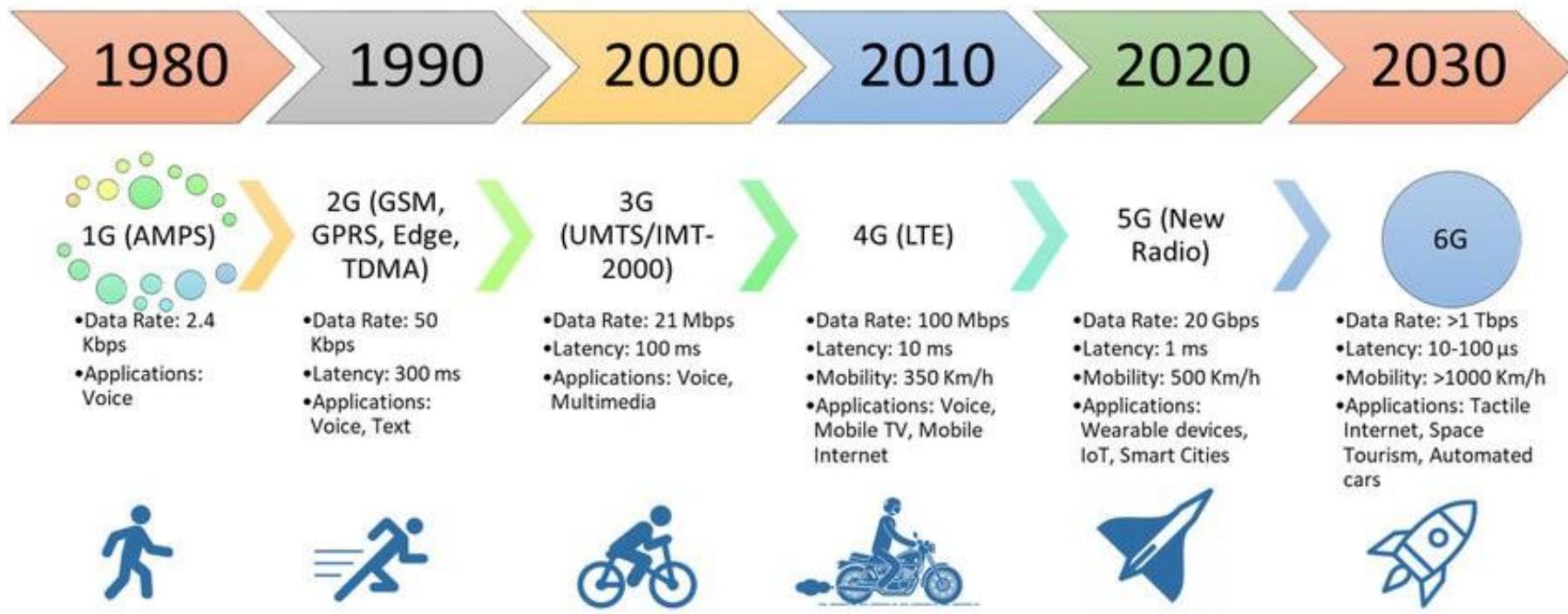
www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde





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)

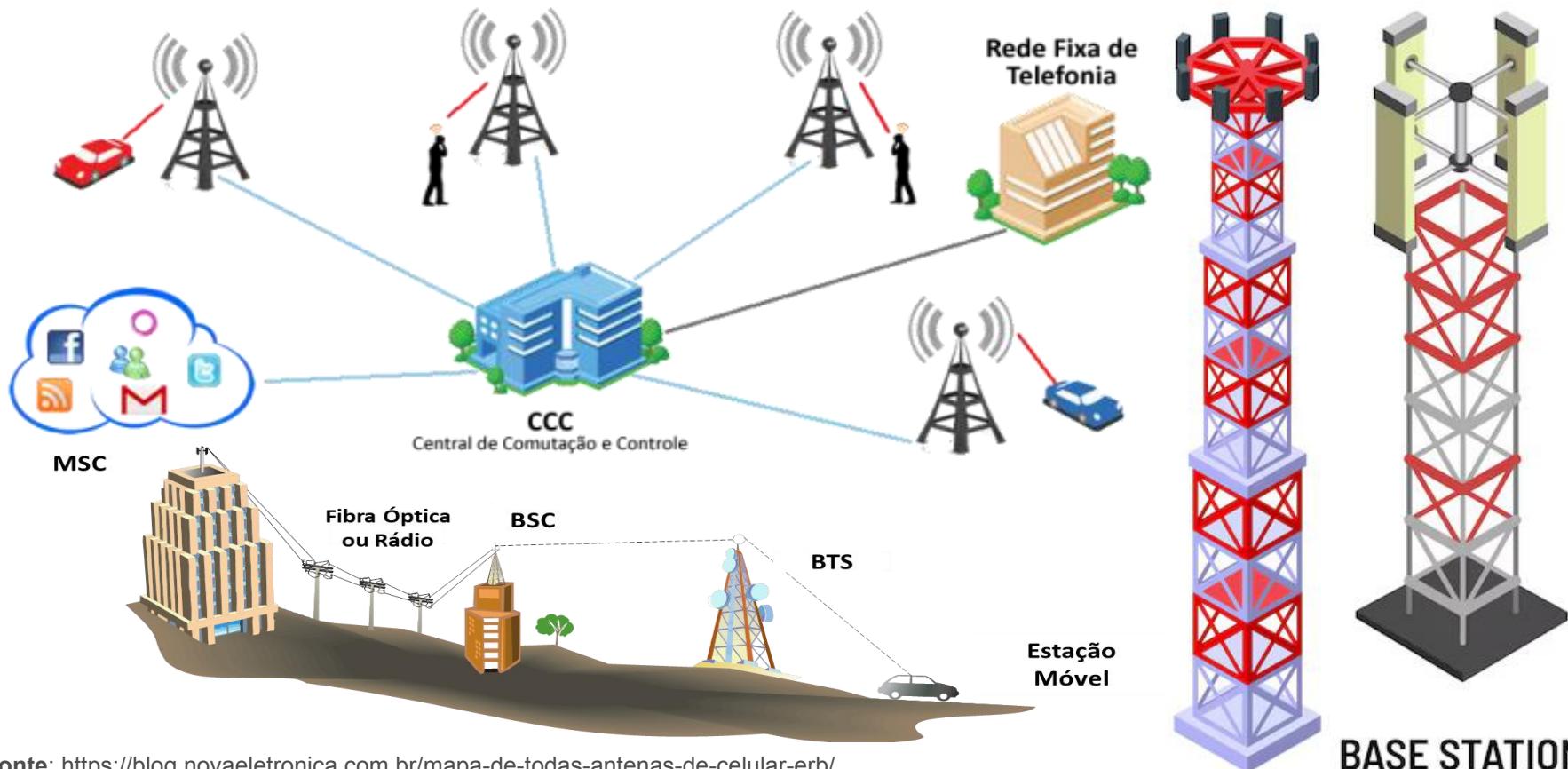


Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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



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



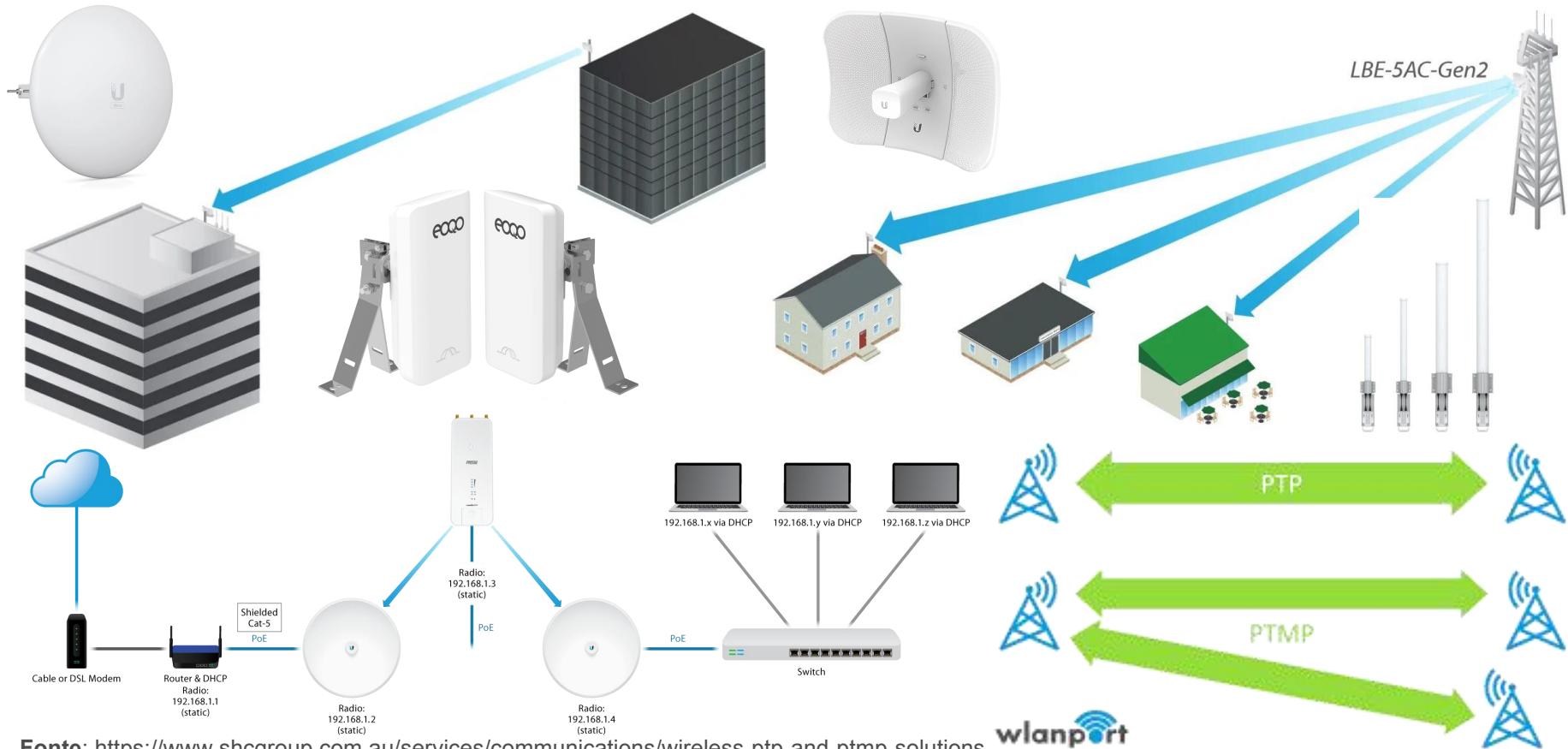
Fonte: <https://blog.novaelectronica.com.br/mapa-de-todas-antenas-de-celular-erb/>

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)



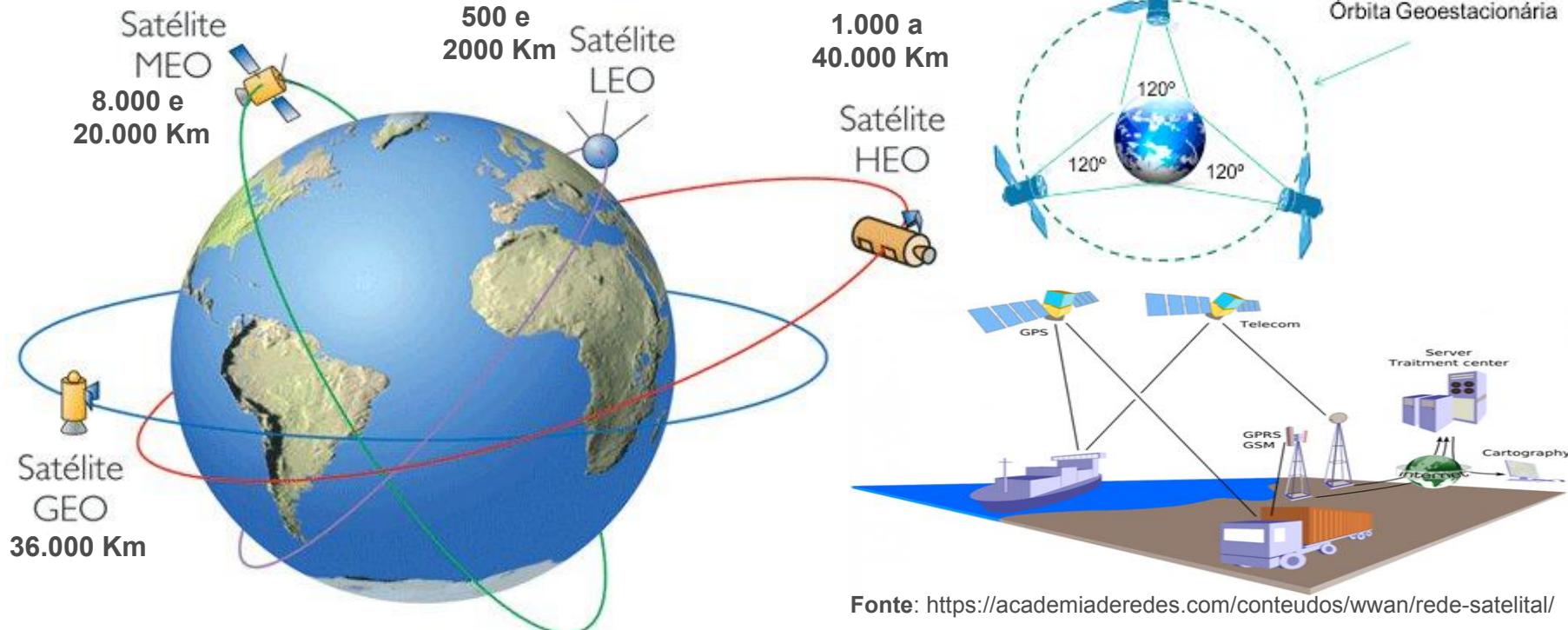
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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!!!

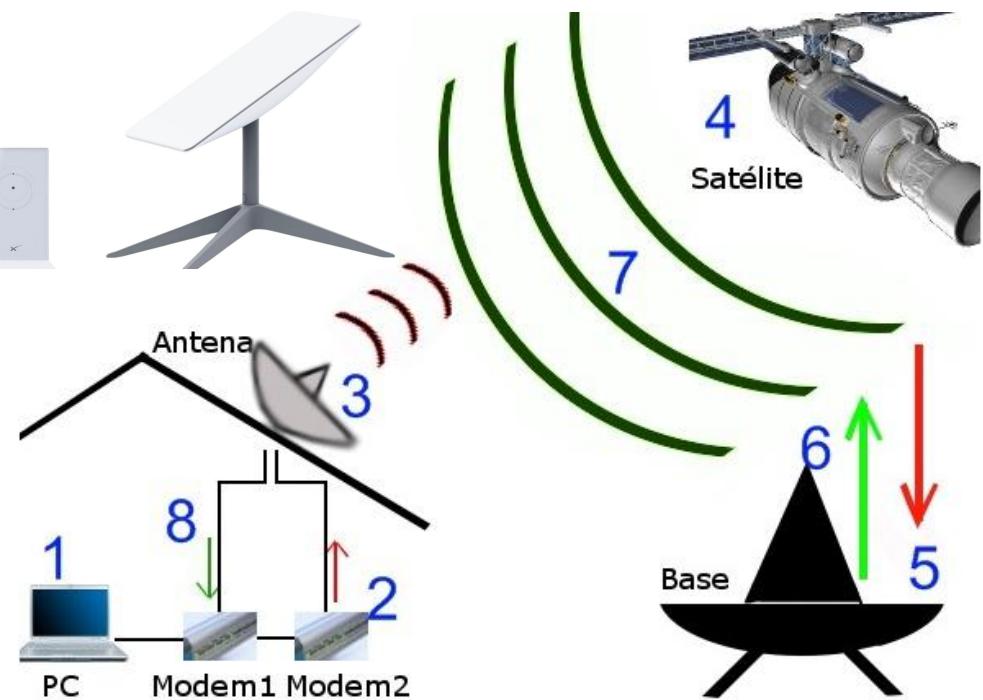
www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



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/>

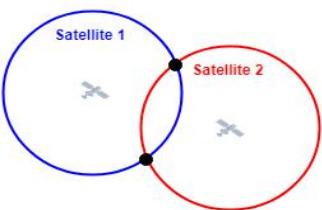
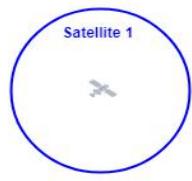
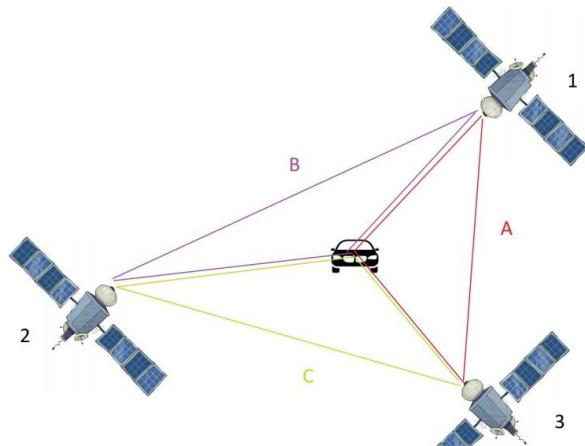
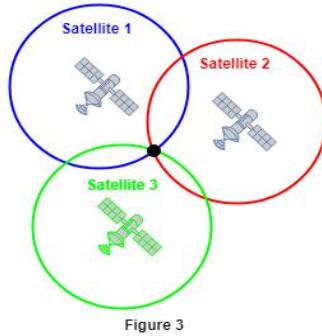
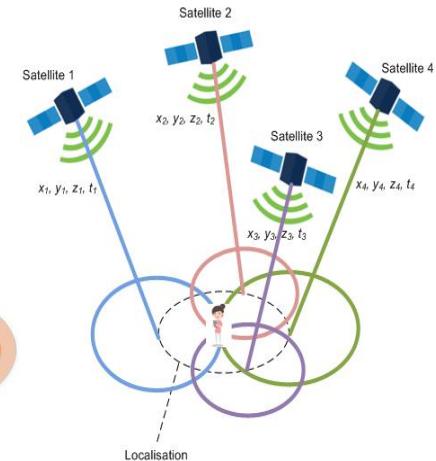
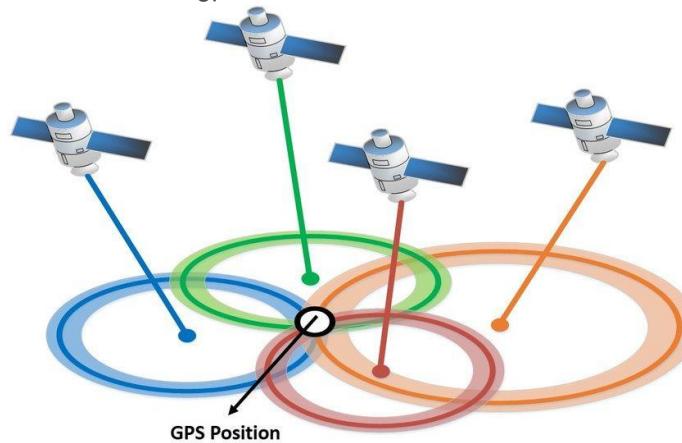


Figure 1

Figure 2



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

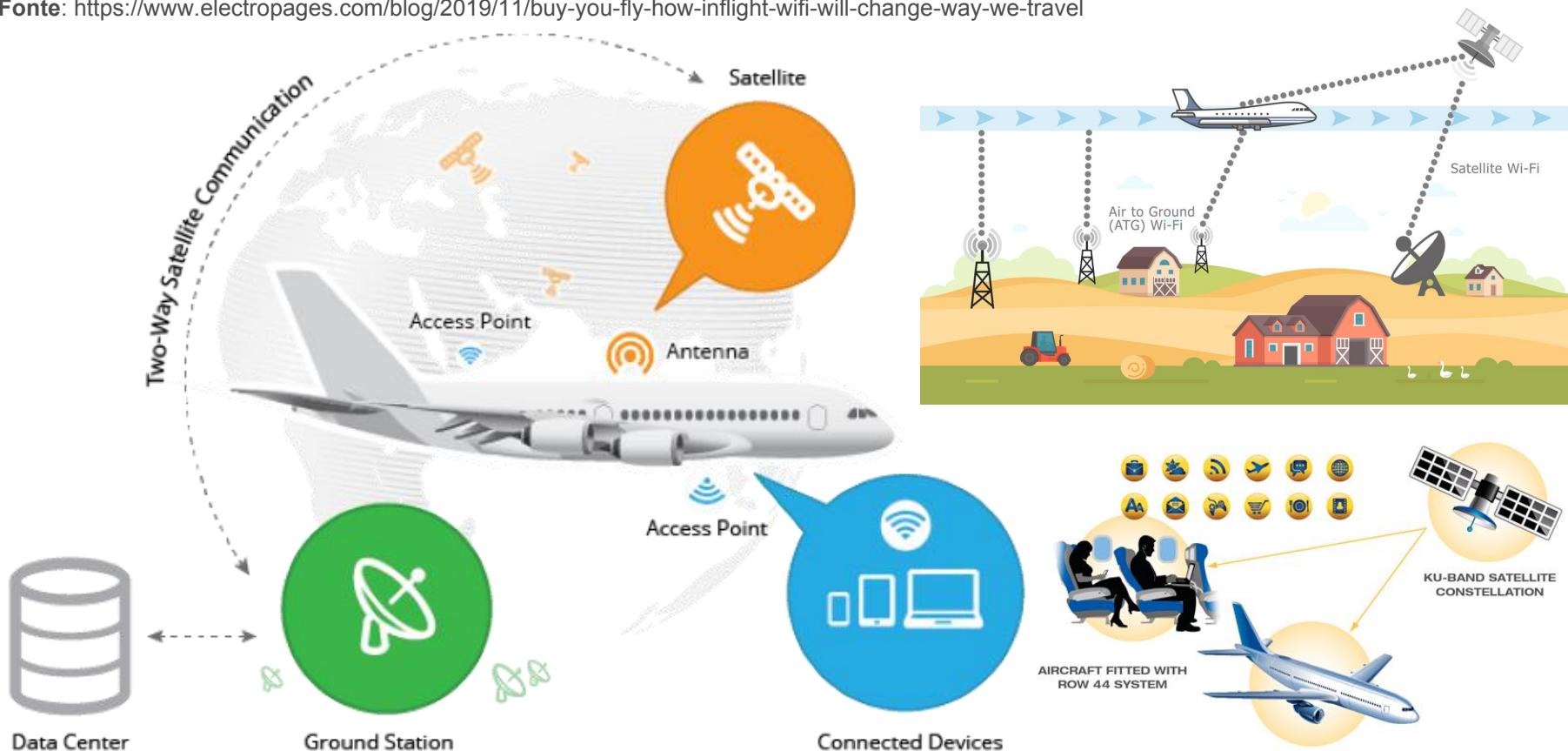
Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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>

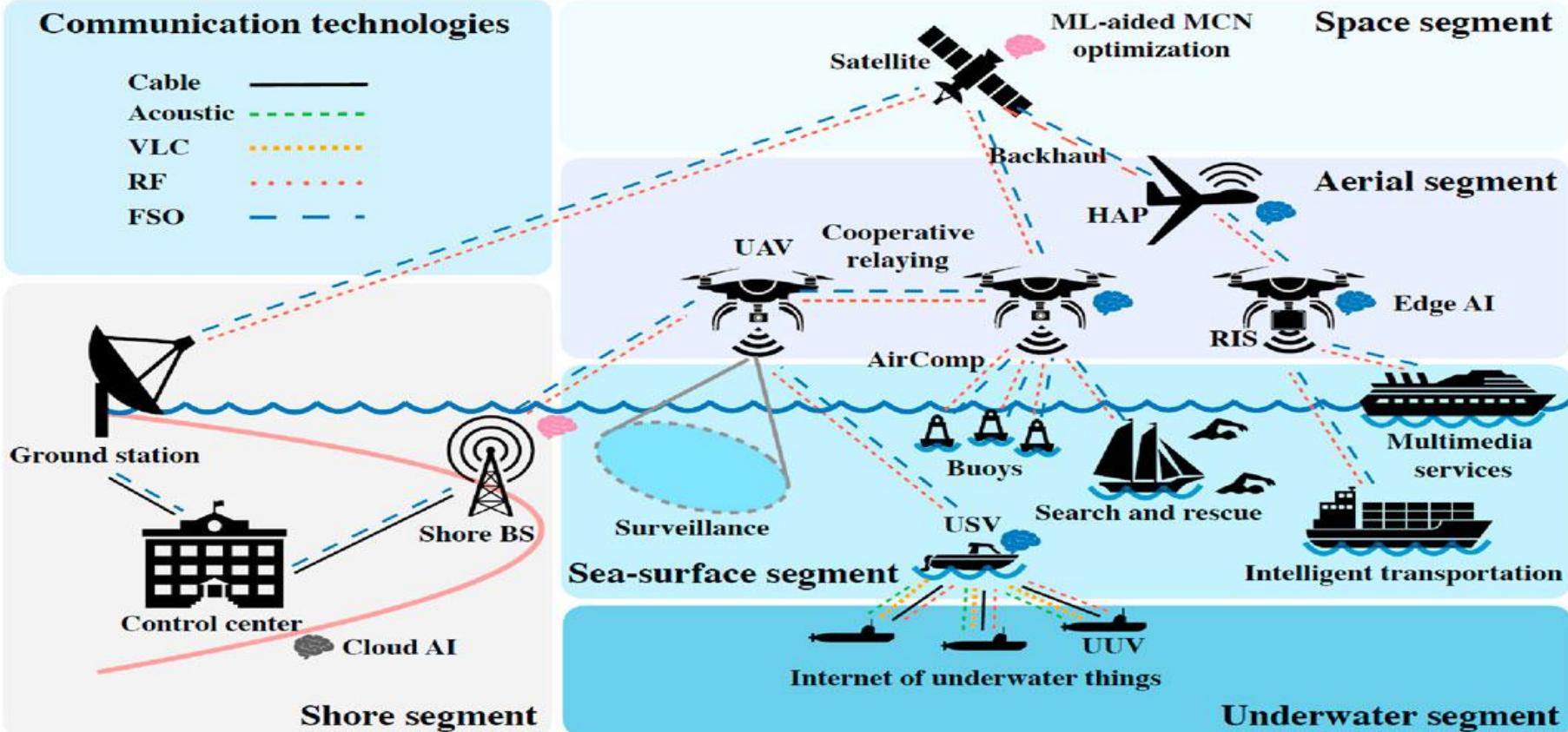


Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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



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



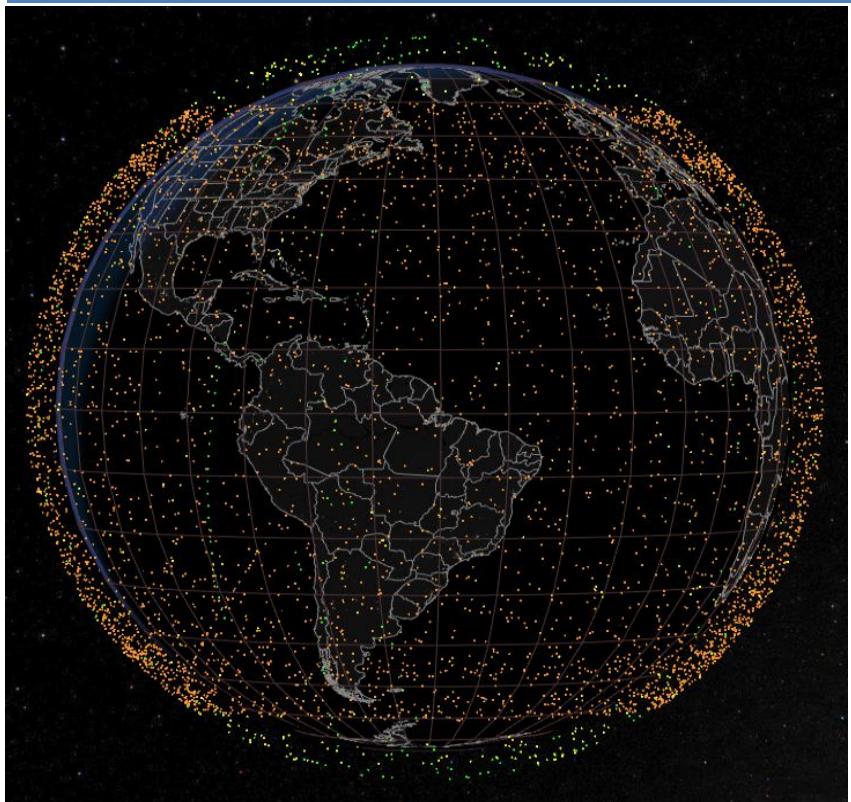
Fonte: <https://www.frontiersin.org/journals/communications-and-networks/articles/10.3389/frcmn.2024.1439529/full>

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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



Real Time Satellite Map



Fonte: <https://satellitemap.space/>



Fonte: <https://satellitetracker3d.com/>

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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



Real Time Satellite Ground Station Map



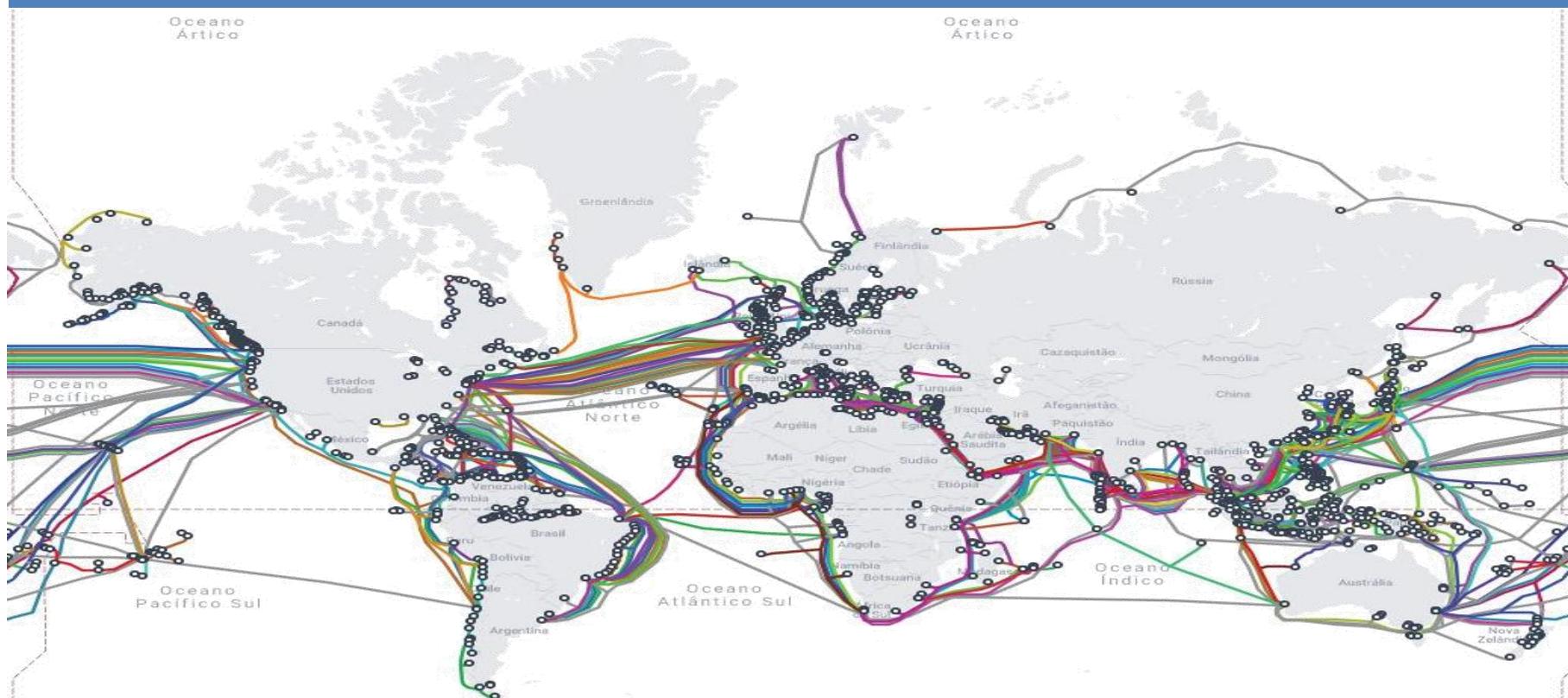
Fonte: <https://satellitegroundstation.com/>

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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



Submarine Cable Map



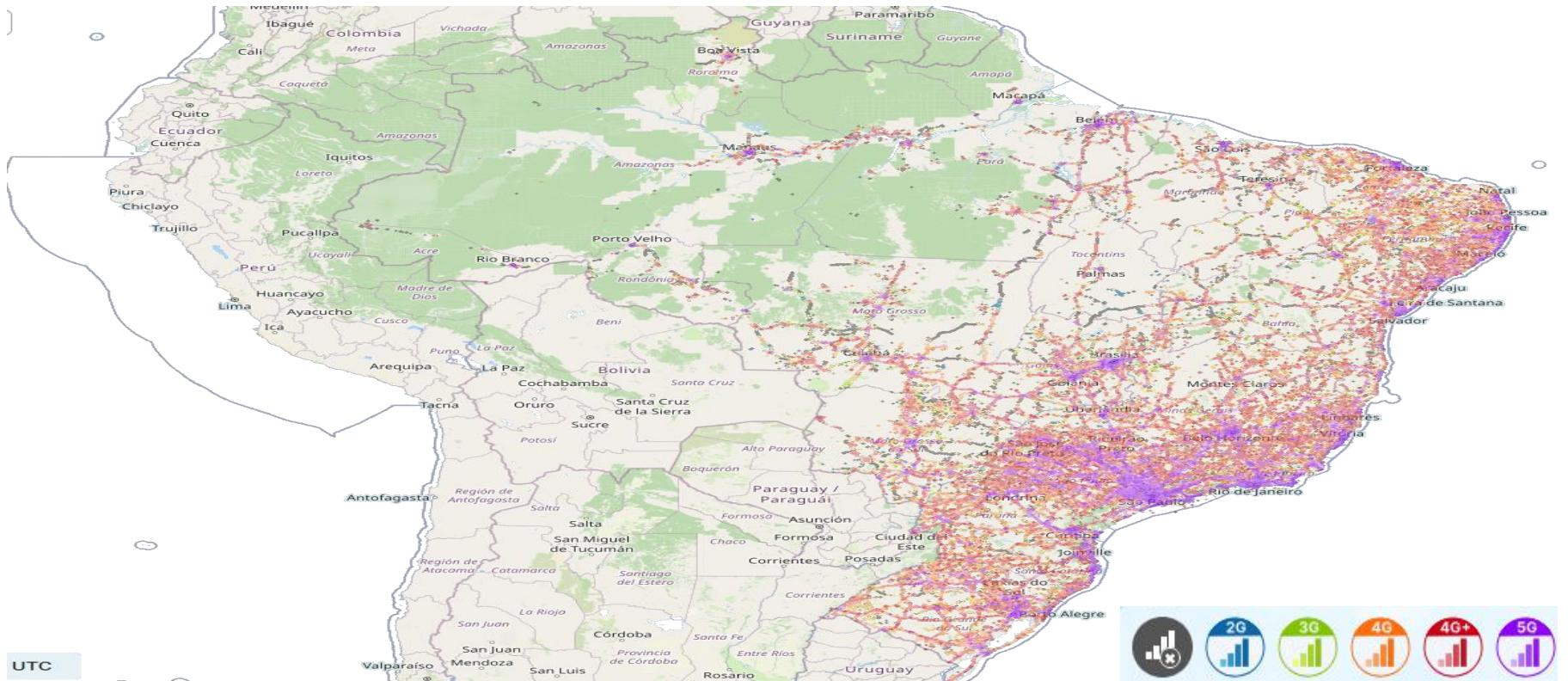
Fonte: <https://www.submarinecablemap.com/>

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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



Cellular Coverage Map



Fonte: <https://www.nperf.com/pt/map/BR/-/-/signal>

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)

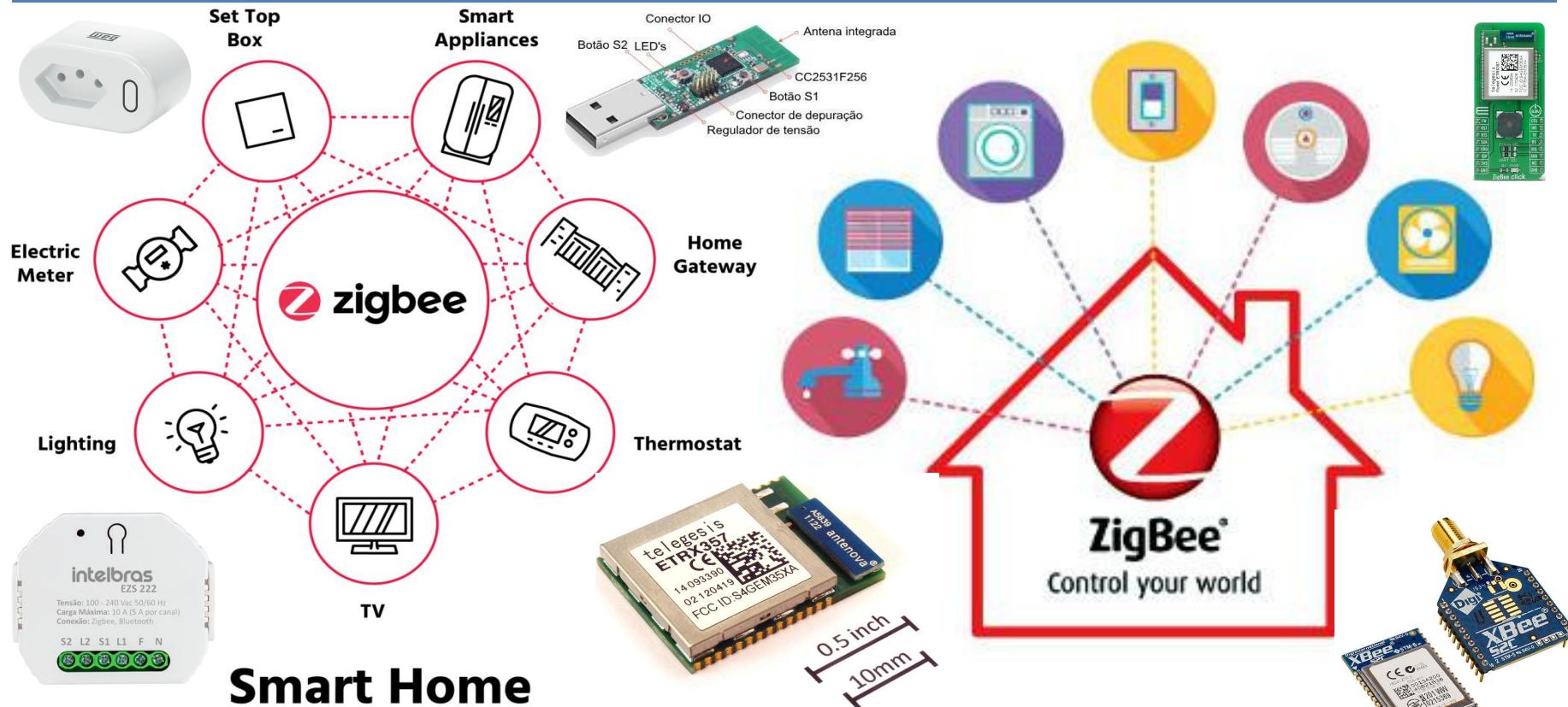


Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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)



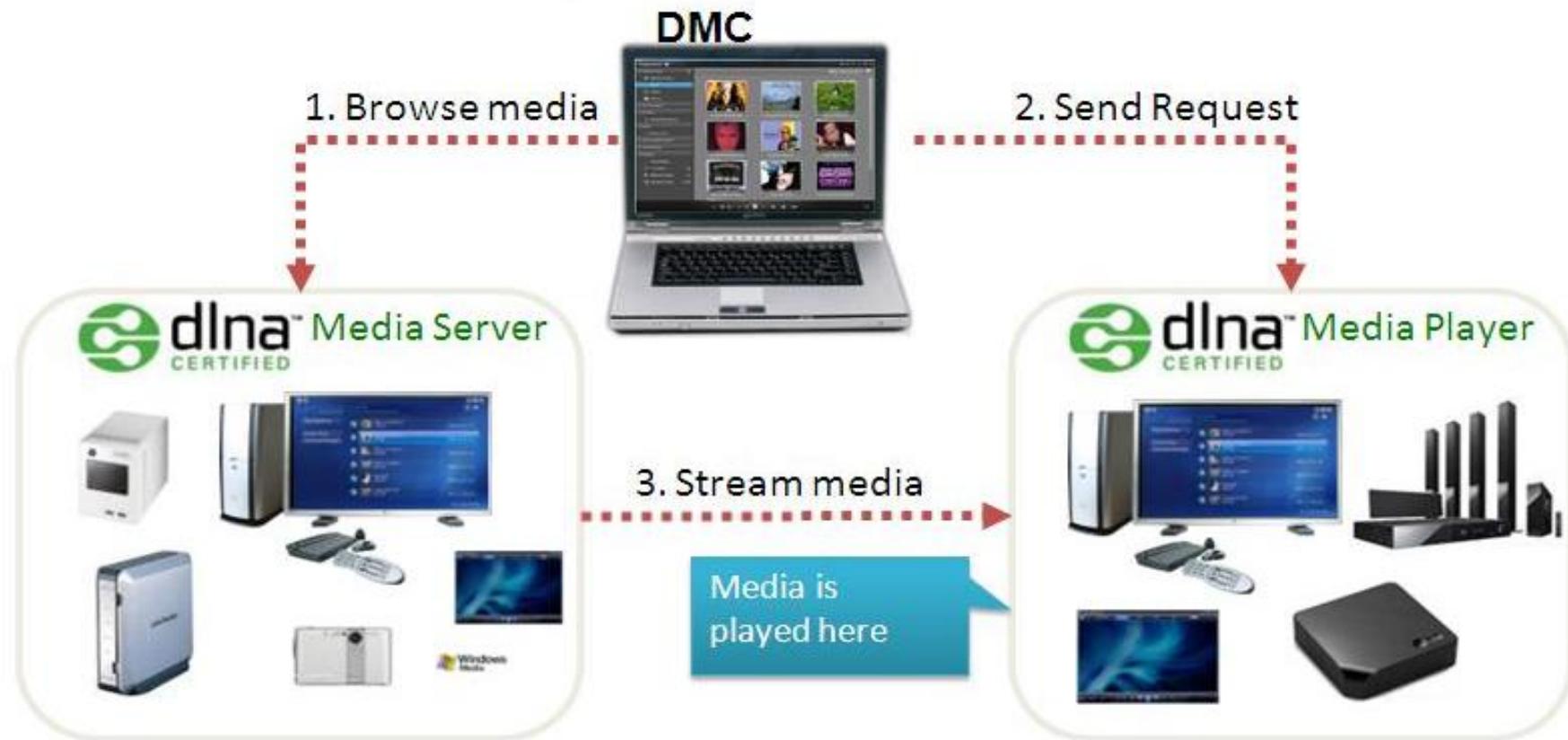
Fonte: <https://www.comunicacionesinalambricashoy.com/zigbee-green-power/>

Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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



DLNA (Digital Living Network Alliance - 30mts)

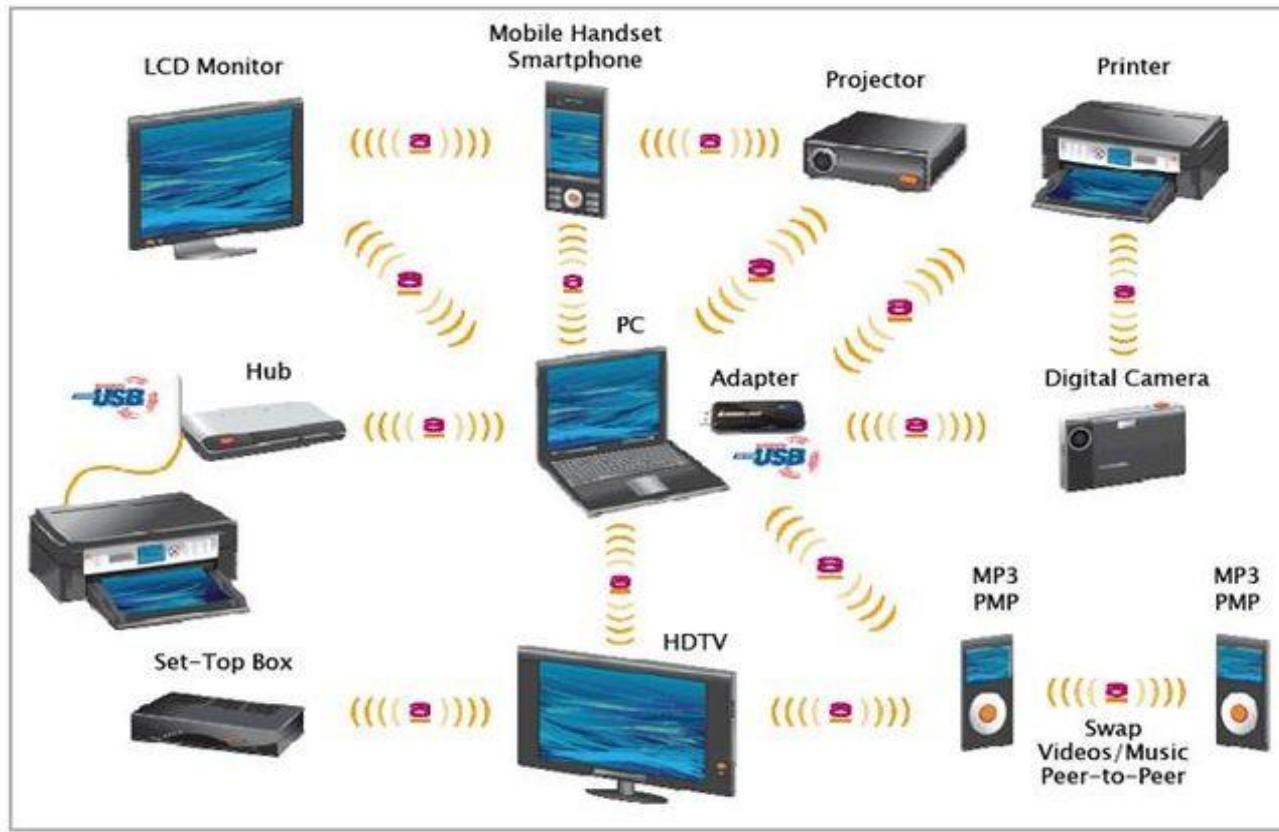


Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

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

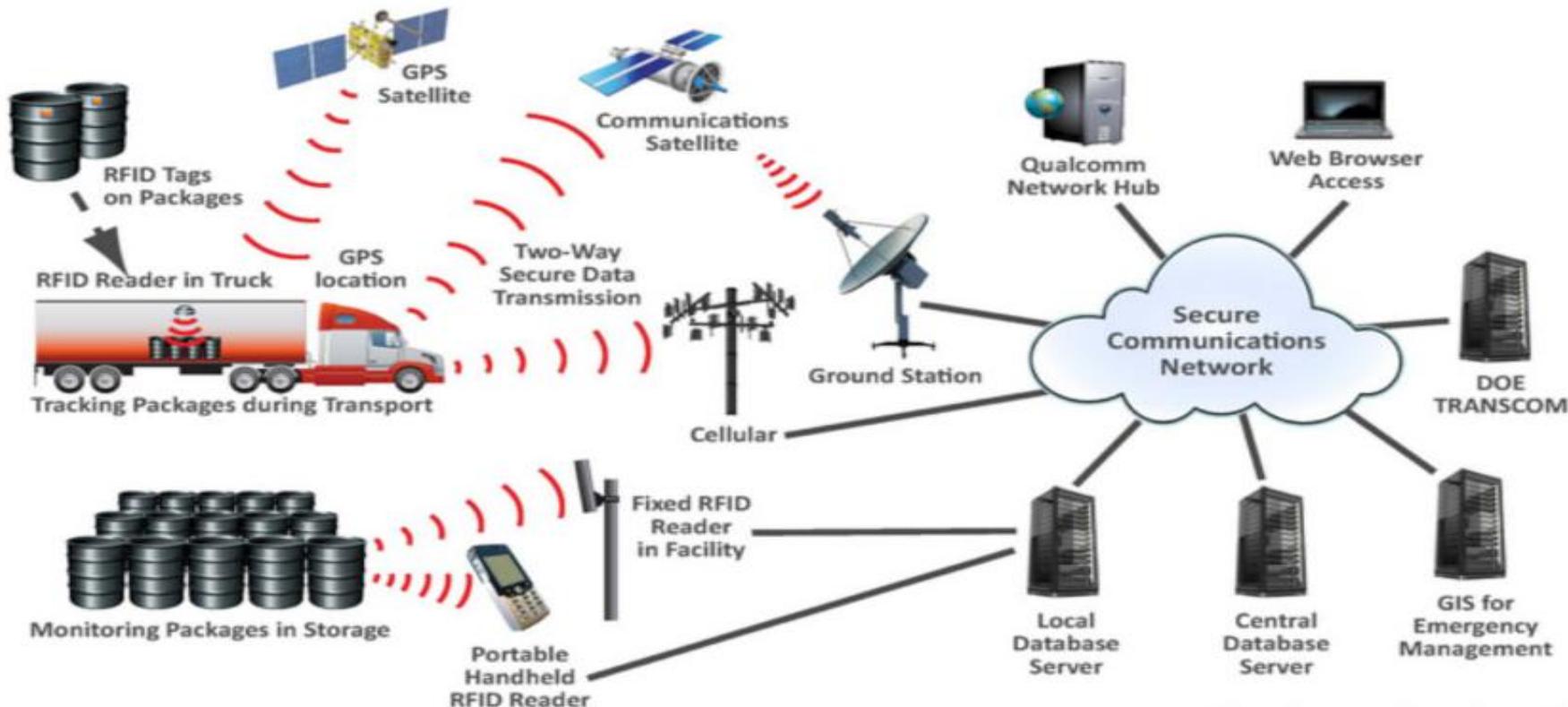


IrDA (Infrared Data Association - 1.5mts)





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

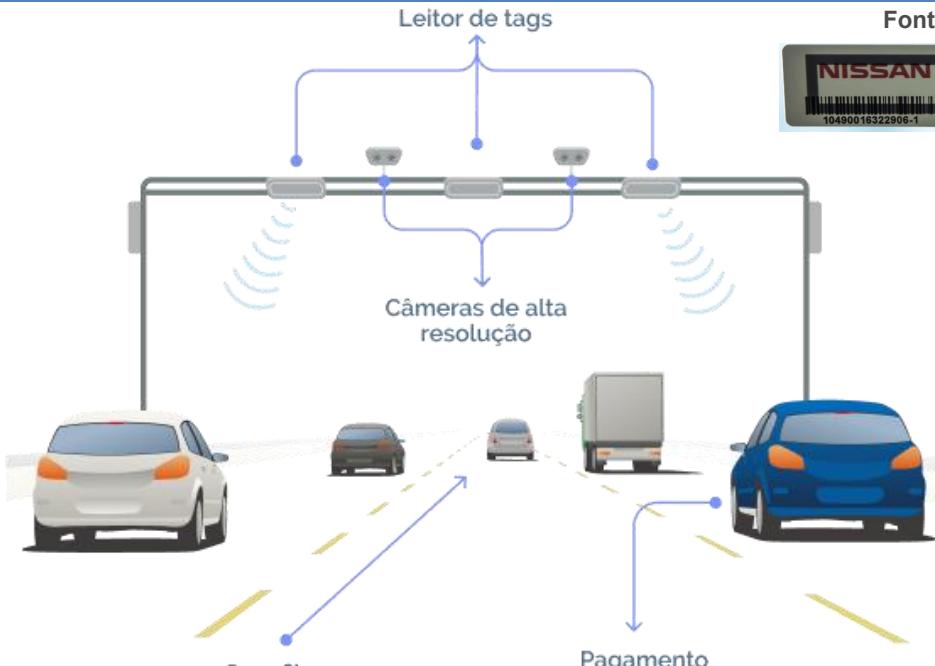


Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!

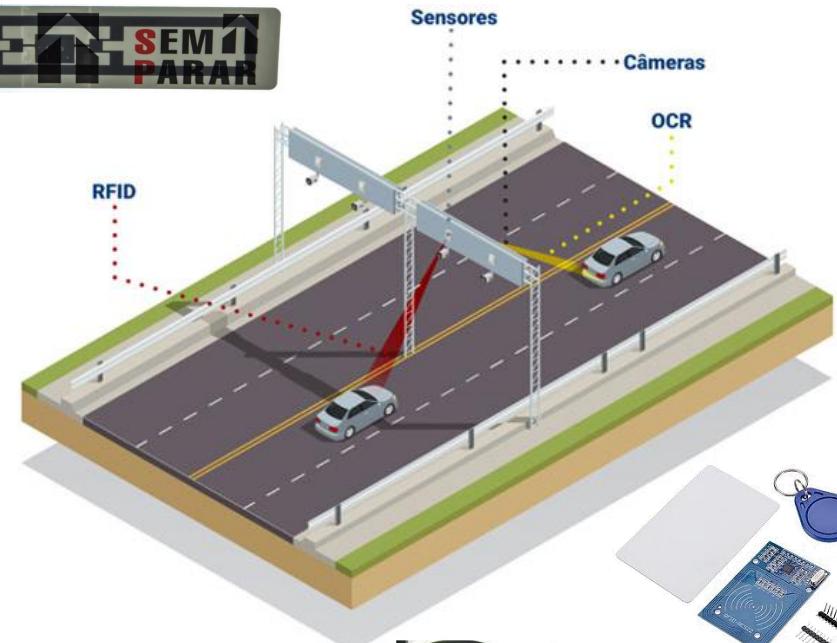
www.procedimentosemti.com.br | www.boraparapratica.com.br - Robson Vaamonde



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



Fonte: <https://folhadomate.com/opiniao/columnistas/mateando/pedagio-sem-cancelas/>



Fonte: Elaboração CNT a partir de RiverLink.



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



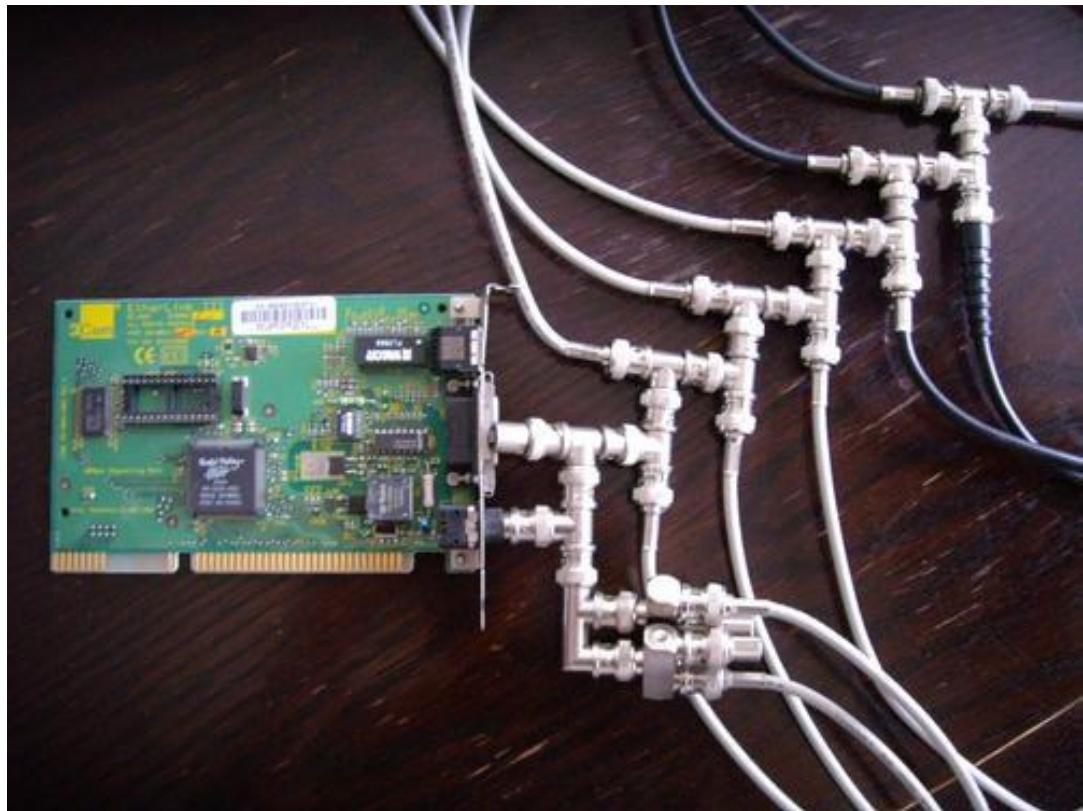
Principais Tecnologias de Sem-Fio (Wireless) Enterprise - SOHO



Procedimentos em TI - Bora Para Prática!!!



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