Padrões IEEE 802.11, frequências, tecnologias e topologias

Tecnologias wireless, escolhas fundamentadas e um laboratório de canais no Packet Tracer.

IDENTIFICAÇÃO	INFORMAÇÃO
Curso	Técnico em Segurança Cibernética
Unidade curricular	UC09 — Planejar e implementar a segurança em redes sem fio
Turma e encontro	TSC03 • Aula 02/09 • 4 horas (240 minutos)
Plano de Curso	Senac São Paulo • nº 316 • UC09: 36 horas
Professor	Msc Arlindo Batista Xavier Filho

O desafio continua: Centro Horizonte

Na Aula 01, a equipe apresentou um protótipo com SSID, autenticação e verificação de conectividade. Agora o Centro Horizonte precisa escolher a tecnologia e organizar uma WLAN para oito colaboradores móveis e até quinze visitantes simultâneos. Existe rede cabeada, e os visitantes não podem acessar os documentos internos. O objetivo de hoje é justificar escolhas de padrão, banda, canal e topologia sem confundir velocidade nominal com desempenho real.

Ao final da aula, você será capaz de

- Associar as gerações Wi-Fi 4, 5, 6/6E e 7 aos padrões IEEE 802.11n, ac, ax e be.
- Diferenciar banda (2,4 / 5 / 6 GHz), canal e largura de canal, reconhecendo limites regulatórios.
- Comparar infraestrutura, ad hoc e extensão por múltiplos APs, justificando uma escolha para a empresa.
- Configurar e documentar canais no WRT300N do Packet Tracer, separando simulação de medições de RF.
- Produzir matriz de decisão com evidências, limitações e recomendações para o projeto contínuo.

Roteiro dos 240 minutos

MOMENTO	TEMPO	DESENVOLVIMENTO
1. Acolhimento / retomada	20 min	Revisitar .pkt e requisitos do cliente
2. Conceitos e comparação	40 min	Padrões 802.11, bandas e topologias

3. Prática orientada	90 min	Packet Tracer: canais 1, 6 e 11; associação e ping
4. Desafio aplicado	70 min	Plano de escolha tecnológica para empresa
5. Síntese e evidências	20 min	Revisão, quiz e entrega no Teams

1. O que o IEEE 802.11 padroniza?

A família IEEE 802.11 reúne especificações para redes locais sem fio. O nome comercial Wi-Fi 4/5/6/7 facilita distinguir gerações; não é a mesma coisa que um canal ou uma frequência. O desempenho depende do rádio, cliente, ambiente, largura de canal, número de fluxos espaciais, política de acesso e tráfego.

GERAÇÃO / PADRÃO	BANDAS POSSÍVEIS	CONCEITO PARA OBSERVAR
Legados: 802.11b/g	2,4 GHz	Importantes para contextualizar equipamentos antigos
Legado: 802.11a	5 GHz	Exemplo histórico de OFDM em 5 GHz
Wi-Fi 4 / 802.11n	2,4 e/ou 5 GHz	MIMO e possibilidade de canais de 40 MHz
Wi-Fi 5 / 802.11ac	5 GHz	Canais mais largos e MU-MIMO em implementações
Wi-Fi 6 / 802.11ax	2,4 e 5 GHz	OFDMA e eficiência em ambientes densos
Wi-Fi 6E / 802.11ax	6 GHz, além do ecossistema ax	Extensão do Wi-Fi 6 à faixa de 6 GHz; não é outro IEEE
Wi-Fi 7 / 802.11be	2,4 / 5 / 6 GHz, conforme país	MLO, 4K-QAM e canais de até 320 MHz onde permitidos

Atenção: largura de canal e taxa PHY são limites/possibilidades técnicas, não promessa de velocidade efetiva para o usuário. Nem todo aparelho de uma geração suporta todas as bandas ou recursos. Compatibilidade, homologação e configuração devem ser verificadas.

2. Bandas, canais e largura de canal



Figura didática 2.1 — Bandas e canais para fundamentar o planejamento; sem representação de medições reais.

- Banda é uma região do espectro (ex.: 2,4 GHz). Canal é uma faixa de frequências escolhida para a operação. Largura de canal (20/40/80/160/320 MHz, conforme tecnologia e banda) é a extensão de espectro utilizada.
- Em 2,4 GHz, canais adjacentes frequentemente se sobrepõem. O conjunto 1, 6 e 11 em 20 MHz é uma referência didática comum, não uma regra universal para todos os países ou situações.
- Em 5 GHz costuma haver mais canais e diferentes restrições, inclusive seleção dinâmica de frequência (DFS) em determinados canais.
- A disponibilidade de canais de 6 GHz e as condições de instalação indoor/outdoor dependem de normas locais e da categoria do equipamento; confira a Anatel antes de implantar.

3. Tecnologias e arquiteturas wireless

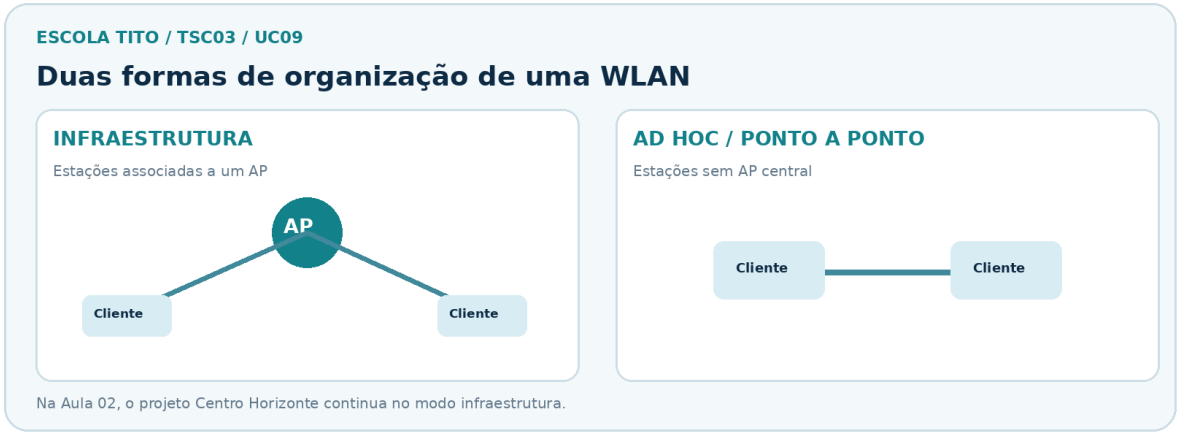


Figura didática 2.2 — Infraestrutura e comunicação ad hoc; a solução empresarial será desenvolvida em modo infraestrutura.

Infraestrutura: clientes se associam a APs, normalmente integrados à rede cabeada. Ad hoc: dispositivos podem se comunicar diretamente sem AP central, conforme tecnologia e suporte. Em redes maiores, múltiplos APs podem ampliar a área atendida; a mobilidade entre APs exige projeto e verificação, não apenas SSIDs iguais.

4. Termos indispensáveis

TERMO	SIGNIFICADO OPERACIONAL

BSS / BSSID	Célula de serviço e identificador do AP/célula; não se confunde com SSID
SSID	Nome da WLAN divulgado/configurado; não é mecanismo de proteção
MIMO / MU-MIMO	Múltiplas antenas e fluxos; recursos dependem dos dispositivos
OFDMA	Subdivisão de recursos de frequência/tempo para atender múltiplos usuários (Wi-Fi 6)
MLO	Uso de múltiplos links compatíveis em Wi-Fi 7; não é simulado no WRT300N
DFS	Recurso exigido em determinados canais de 5 GHz para proteção de outros serviços

5. Nota regulatória — Brasil (consulta em 31/10/2026)

A Anatel publicou, em 25/09/2026, consultas públicas sobre regras propostas para Wi-Fi outdoor na faixa inferior de 6 GHz, incluindo equipamentos Standard Power e sistema AFC (CP 41/2026 e 42/2026). Uma consulta pública NÃO constitui autorização para uso outdoor em potência padrão. A faixa superior de 6 GHz (6.425–7.125 MHz) também está em proposta de licitação para serviços móveis. Antes de recomendar uma solução real, verificar os atos vigentes da Anatel, as condições de operação e a homologação dos equipamentos.

6. Laboratório orientado — Cisco Packet Tracer (90 minutos)

Objetivo: observar a configuração de um canal de 2,4 GHz e verificar se a conexão continua funcionando após a alteração. Este exercício NÃO mede interferência real, cobertura, SNR ou desempenho de Wi-Fi 6/7. Não utilize redes ou equipamentos sem autorização.

Preparação do cenário

1. Abrir o arquivo .pkt validado da Aula 01 ou reconstruir o cenário: roteador wireless WRT300N, dois laptops com interface Wi-Fi e um PC em porta LAN.
2. Manter SSID TSC03-LAB e WPA2-Personal/AES, com a senha fictícia já utilizada em aula. Confirmar DHCP ativo na LAN e gateway 192.168.50.1/24, conforme cenário anterior.
3. Associar ambos os laptops e registrar endereços IPv4 e ping ao gateway antes de qualquer alteração.

Etapa A — comparação de canais

4. No roteador, abrir GUI > Wireless > Basic Wireless Settings. Selecionar modo compatível, preferencialmente canal padrão de 20 MHz para a comparação.
5. Escolher canal 1 (2412 MHz), salvar e confirmar associação dos clientes; registrar ipconfig e ping 192.168.50.1.
6. Repetir com canal 6 (2437 MHz) e canal 11 (2462 MHz). Após cada alteração, observar se houve reassociação; se necessário, reconectar, sem desativar o WPA2.

7. Preencher a tabela: canal, estado de associação, IP recebido, ping e observações. Se algo não funcionar, investigar: interface wireless, modo de rádio, SSID, senha, DHCP e conectividade.

CANAL / FREQ.	ASSOCIOU?	IP / PING	HIPÓTESE / OBSERVAÇÃO
1 / 2412 MHz	_____	_____	_____
6 / 2437 MHz	_____	_____	_____
11 / 2462 MHz	_____	_____	_____

Como interpretar: respostas de ping mostram conectividade IP naquele momento. Se o ping funcionar em todos os canais, você demonstrou uma configuração funcional no simulador; NÃO provou que os três canais entregariam o mesmo desempenho num local real.

Etapa B — topologia e limites do simulador

8. No espaço lógico, desenhar um AP para a área de colaboradores e indicar, com uma anotação, um segundo AP para a área de visitantes. NÃO ligar suas redes com VLANs nesta aula: a segmentação ficará para as Aulas 04 a 07.
9. Registrar três requisitos que devem ser conhecidos antes de escolher APs: planta/obstáculos, quantidade e tipos de clientes, e regras de acesso a serviços internos.
10. Salvar o arquivo como TSC03_UC09_A02_EquipeXX.pkt e capturar evidências dos canais e testes.

7. Desafio aplicado — qual WLAN você recomendaria? (70 minutos)

Em grupo, elaborar uma matriz para o Centro Horizonte: setor administrativo (8 usuários móveis), recepção/visitantes (até 15 simultâneos), dois ambientes separados por paredes, telefones recentes e alguns notebooks mais antigos. Dados incompletos devem virar perguntas ao cliente, não palpites.

ITEM	RECOMENDAÇÃO OU PERGUNTA	JUSTIFICATIVA / EVIDÊNCIA
Tecnologia mínima dos APs	_____	_____
Banda para clientes legados	_____	_____
Banda para clientes recentes	_____	_____
Canais / largura inicial	_____	_____
Topologia / localização de APs	_____	_____
Restrição de visitantes	_____	_____
Medição ainda necessária	_____	_____

8. Autoavaliação breve

• Explique por que Wi-Fi 6 e Wi-Fi 6E não correspondem a dois padrões IEEE distintos.

_____

• Uma empresa quer usar 320 MHz em 6 GHz: quais duas verificações são indispensáveis?

_____

• Alterar canal 1 para 6 no Packet Tracer permite concluir que o sinal ficou melhor? Justifique.

_____

• Qual é a diferença entre SSID e BSSID? _____

• Por que a rede de visitantes exige controle de acesso, além da escolha da banda?

_____

9. Evidências e entrega no Teams

- Arquivo .pkt salvo, com identificação da equipe.
- Tabela de canais preenchida e evidências do ping/endereçamento.
- Matriz de decisão e questões pendentes para o cliente.
- Síntese individual de 5 a 8 linhas: escolha técnica, limitação do simulador e próximo teste necessário.

Referências para aprofundamento

SENAC SÃO PAULO. Plano de Curso nº 316 — Técnico em Segurança Cibernética, UC09, 2023.

SENAC SÃO PAULO. Plano de Orientação para a Oferta — Técnico em Segurança Cibernética, UC09, 2023.

IEEE Standards Association. Wi-Fi Timeline. https://standards.ieee.org/wp-content/uploads/interactive/web/wi-fi-timeline/

CISCO. Wireless RF Reference Guide. https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/wireless/controller/9800/technical-reference/wireless-rf-reference-guide.html

ANATEL. Consultas sobre Wi-Fi outdoor na faixa de 6 GHz, 25 set. 2026. https://www.gov.br/anatel/pt-br/assuntos/noticias/anatel-abre-consultas-para-regulamentar-wi-fi-outdoor-na-faixa-de-6-ghz

CISCO NETWORKING ACADEMY. Packet Tracer — Create a Simple Network. https://contenthub.netacad.com/legacy/I2IoT/2.0/pt/course/files/1.1.2.5%20Packet%20Tracer%20-%20Create%20a%20Simple%20%20Network%20Using%20Packet%20Tracer.pdf