

■■■ GUIA TÉCNICO DE REFERÊNCIA

# Guia Técnico FWA / 5G CPE

Fixed Wireless Access — Acesso Fixo via Rede Móvel 4G/5G

Versão: 1.0 | Maio de 2026 | Mercado: Portugal (MEO, NOS, Vodafone, DIGI)  
Normas: 3GPP TS 38.x · 38.101 · ETSI EN 301 908 · ANACOM

DOCUMENTO TÉCNICO — Mercado Português

# Índice de Conteúdos

1. Introdução ao FWA / 5G CPE
2. Bandas 5G e Equipamentos em Portugal
3. Métricas de Sinal: RSRP, RSRQ e SINR
4. Instalação e Otimização do CPE
5. Diagnóstico e Troubleshooting FWA
6. Comparativo FWA vs FTTH
7. Glossário Rápido FWA / 5G

# 1. Introdução ao FWA / 5G CPE

O Fixed Wireless Access (FWA) é uma tecnologia de acesso à internet de banda larga que utiliza redes móveis (4G LTE / 5G NR) como ligação de última milha, em vez de fibra ou cabo coaxial. Em Portugal, os operadores MEO, NOS, Vodafone e DIGI oferecem soluções FWA, sobretudo como alternativa em zonas sem cobertura FTTH ou para clientes que necessitam de implantação rápida.

O equipamento terminal — designado por CPE (Customer Premises Equipment) — pode ser indoor (em cima de uma secretária) ou outdoor (instalado na fachada/varanda com vista para a antena macro). A escolha entre indoor e outdoor depende dos níveis de sinal RSRP/RSRQ/SINR e da distância à BTS.

## Vantagens do FWA

- Implantação rápida — sem obra civil
- Sem dependência de PIT/ATI/ITED
- Custo por instalação inferior ao FTTH em zonas remotas
- Mobilidade limitada (CPE pode ser deslocado dentro da zona de cobertura)
- Velocidades 5G NR FR1 podem chegar a 1 Gbps em condições ideais

## Limitações

- Latência superior ao FTTH (20–40 ms vs. <5 ms)
- Throughput partilhado com outros utilizadores da mesma célula
- Variabilidade meteorológica (chuva intensa em mmWave)
- Throughput sensível a SINR e congestionamento
- Não suporta IPv4 público em todos os operadores (CGNAT)

# 2. Bandas 5G e Equipamentos em Portugal

Em Portugal, as bandas 5G NR mais utilizadas para FWA são n78 (3.5 GHz) — a banda principal do leilão 5G — e rearming de bandas LTE existentes (n1, n3, n7, n20, n28). A banda n78 oferece um equilíbrio entre cobertura e capacidade, sendo a base da maioria das soluções FWA.

Banda	Frequência	Largura	Uso típico	Velocidade
n78	3300–3800 MHz	100 MHz	5G FWA principal	Até 1 Gbps
n28	703–748 MHz (UL) / 758–803 MHz (DL)	30 MHz / 45 MHz	Cobertura rural / dentro de edifícios	50–150 Mbps
n1	1920–1980 MHz / 2110–2170 MHz	60 MHz	Refarm LTE	100–300 Mbps
n3	1710–1785 MHz / 1805–1880 MHz	75 MHz	Refarm LTE urbano	50–200 Mbps
n7	2500–2570 MHz / 2620–2690 MHz	70 MHz	Capacidade urbana	100–400 Mbps
n258	24–28 GHz (mmWave)	400+ MHz	Hotspots ultra-densos (não comerciais)	Até 5 Gbps

## CPEs Comuns por Operador

Operador	CPE Indoor	CPE Outdoor	Tecnologia
MEO	Huawei H155-381 / ZTE MC888	Huawei N5368X (outdoor)	5G NR n78 + LTE
NOS	ZTE MC888 Pro / Nokia FastMile 5G	Nokia FastMile Outdoor 5G	5G NR n78 + n1 + n7
Vodafone	GigaCube 5G (Huawei H138-380)	TP-Link Deco X75 5G outdoor	5G NR n78 + LTE
DIGI	ZTE MC801A / Huawei 5G CPE	CPE 2 outdoor próprio	5G n78 + LTE n1/n3/n20

### 3. Métricas de Sinal: RSRP, RSRQ e SINR

Os três indicadores fundamentais para avaliar a qualidade de uma ligação FWA são RSRP (Reference Signal Received Power), RSRQ (Reference Signal Received Quality) e SINR (Signal-to-Interference-plus-Noise Ratio). Cada um mede um aspeto diferente:

- RSRP — força do sinal recebido (dBm). Indica se há sinal suficiente.
- RSRQ — qualidade do sinal (dB). Mede ruído e interferências.
- SINR — relação sinal/ruído+interferência (dB). Indicador principal da capacidade.

#### Tabela de Referência RSRP

RSRP (dBm)	Qualidade	Throughput esperado	Ação recomendada
≥ -80	Excelente	> 500 Mbps DL	OK — manter setup
-80 a -90	Boa	200–500 Mbps DL	OK
-90 a -100	Aceitável	50–200 Mbps DL	Otimizar posição CPE
-100 a -110	Fraca	10–50 Mbps DL	Considerar CPE outdoor
< -110	Inaceitável	< 10 Mbps ou drops	CPE outdoor + antena externa obrigatório

#### Tabela de Referência SINR

SINR (dB)	Qualidade	Modulação típica	Eficiência espectral
≥ 20	Excelente	256-QAM	Máxima
13–20	Boa	64-QAM	Alta
5–13	Aceitável	16-QAM	Média
0–5	Fraca	QPSK	Baixa
< 0	Inaceitável	Sem ligação estável	Reposicionar CPE

NOTA: No CPE, aceder à interface web (geralmente 192.168.0.1 ou 192.168.8.1) e procurar a página "Sinal" ou "Estado da rede" para ler RSRP, RSRQ e SINR em tempo real.

### 4. Instalação e Otimização do CPE

A correta posição do CPE é o fator mais determinante da qualidade da ligação FWA. Pequenas mudanças de localização (50 cm para o lado, mover de uma janela para outra) podem fazer a diferença entre uma ligação inutilizável e uma ligação de gigabit.

## Procedimento de Instalação Passo a Passo

- 1. Identificar a localização da BTS (5G) mais próxima — usar app NetMonster ou similar
- 2. Instalar CPE perto da janela orientada para a BTS, em altura elevada
- 3. Evitar paredes mestras, lajes em betão armado, varandas envidraçadas com vidro de baixa emissividade
- 4. Ligar CPE e aguardar 2–3 minutos para sincronização inicial
- 5. Aceder à interface web do CPE e ler RSRP/RSRQ/SINR
- 6. Reposicionar lentamente, observando o gráfico de sinal — esperar 30 s entre cada movimento
- 7. Quando RSRP > -95 dBm e SINR > 10 dB, fixar posição
- 8. Executar speedtest (Ookla, fast.com) para validar throughput
- 9. Bloquear banda preferencial (n78) no menu "Avançado" para evitar fallback para LTE
- 10. Documentar posição final, RSRP/SINR e velocidade obtida

## Quando passar para CPE Outdoor

Se com CPE indoor numa janela orientada para a BTS o RSRP for inferior a -105 dBm ou o SINR inferior a 5 dB, é praticamente certo que necessita de CPE outdoor com antena direcional. O ganho típico de uma antena outdoor (12–17 dBi) face a um CPE indoor (3–5 dBi) é de 10–14 dB — o equivalente a 10x a 25x mais potência recebida.

## Bandas e Bandlock

A maioria dos CPEs permite forçar o uso de uma banda específica (bandlock). Em FWA, é comum forçar a banda n78 (3.5 GHz) quando o CPE alterna constantemente entre 5G e LTE. O bandlock evita o churn entre tecnologias e estabiliza o throughput, embora reduza a redundância.

## 5. Diagnóstico e Troubleshooting FWA

### Sintoma: "Internet lenta" (< 50 Mbps quando deveria ser 200+)

- Verificar SINR — se < 10 dB, é interferência ou sinal fraco
- Verificar congestionamento — testes em horas off-peak (madrugada)
- Verificar se CPE está ligado a 5G ou caiu para LTE (bandlock pode resolver)
- Verificar throttling do operador (limite por plano FUP)

### Sintoma: Drops frequentes

- Sinal RSRP no limiar (-105 a -110 dBm) — necessita reposicionamento
- CPE em local com vibração / movimento (alto de armário)
- Sobreaquecimento — verificar temperatura do CPE
- Firmware desatualizado
- Sobrecarga celular — confirmar com speedtest em zonas vizinhas

### Sintoma: Latência alta (> 80 ms para servidores nacionais)

- CPE em modo LTE em vez de 5G (latência LTE 30–60 ms vs. 5G 10–25 ms)

- Buffer bloat no CPE — testar com `bufferbloat.com`
- CGNAT ativado — pedir IP público (se suportado pelo operador)
- Caminho de rede do operador sub-ótimo — confirmar com traceroute

### Sintoma: IP privado / sem porta aberta (CGNAT)

- Verificar IP público no CPE — se 100.64.x.x ou similar, é CGNAT
- Pedir ao operador um IP público — alguns oferecem como serviço extra
- Alternativa: VPN ou serviços de port forwarding cloud (CloudFlare Tunnel, ngrok)
- No DIGI/Vodafone, IPv6 público está disponível por defeito — usar para servidores

*NOTA: Em todas as intervenções, registar leituras antes/depois (RSRP, SINR, velocidade) e os parâmetros físicos (azimute do CPE, altura, andar). É a única forma de comparar resultados.*

## 6. Comparativo FWA vs FTTH

Critério	FWA / 5G	FTTH
Velocidade DL	200 Mbps – 1 Gbps	500 Mbps – 10 Gbps
Velocidade UL	20–150 Mbps	500 Mbps – 1 Gbps simétrico
Latência	15–40 ms	< 5 ms
Estabilidade	Sensível a meteorologia / interferências	Muito alta
Tempo de instalação	< 30 min (sem obra)	2–8 h (obra civil possível)
Custo de instalação	€0–€50	€100–€500
IP público	Geralmente CGNAT	IP público estático/dinâmico
Resiliência a cortes	Backup com bateria 4–8 h	Depende UPS local

Conclusão: o FWA é a solução ideal quando a fibra não chega ou exige obra demorada. Para utilizadores avançados (gaming competitivo, servidores, video-conferência intensiva), o FTTH continua a ser a melhor escolha quando disponível.

## 7. Glossário Rápido FWA / 5G

Termo	Significado
FWA	Fixed Wireless Access — acesso fixo via rede móvel
CPE	Customer Premises Equipment — equipamento terminal do cliente
gNB / gNodeB	Estação base 5G (equivalente ao eNodeB do LTE)
NR	New Radio — interface rádio 5G
FR1 / FR2	Frequency Range 1 (sub-6 GHz) / Frequency Range 2 (mmWave)
n78	Banda 5G principal em Portugal (3.3–3.8 GHz)
NR-ARFCN	Absolute Radio Frequency Channel Number — identifica frequência 5G
RSRP	Reference Signal Received Power (dBm) — potência de sinal
RSRQ	Reference Signal Received Quality (dB) — qualidade
SINR	Signal-to-Interference-plus-Noise Ratio (dB) — relação sinal/ruído
MIMO	Multiple Input Multiple Output — múltiplas antenas para maior throughput
Beamforming	Direcionamento focado do feixe rádio
CGNAT	Carrier-Grade NAT — partilha de IP público entre clientes
Bandlock	Forçar CPE a usar uma banda específica
EIRP	Equivalent Isotropically Radiated Power — potência radiada efetiva
FSPL	Free Space Path Loss — perda em espaço livre (dB)